

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1893

THÈSE

No

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Jeudi 13 Juillet 1893, à 1 heure

Par GEORGES BARRE,

Né à Avallon (Yonne), le 13 mars 1861.

Ancien interne en médecine de la Maison départementale de Nanterre (Seine),
Ingénieur-Agronome.

DU PAIN

CONSIDÉRÉ COMME

ALIMENT & MÉDICAMENT PHOSPHATE

Président : M. CORNIL, professeur.

Professeur : M. DIEULAFOY.

Agrégés : M.M. { ROGER.
CHARRIN.

Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

HENRI JOUVE

15, Rue Racine, 15

1893

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1893

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Jeudi 13 Juillet 1893, à 1 heure

Par GEORGES BARRÉ,

Né à Avallon (Yonne), le 13 mars 1861.

Ancien interne en médecine de la Maison départementale de Nanterre (Seine),
Ingénieur-Agronome.

DU PAIN

CONSIDÉRÉ COMME

ALIMENT & MÉDICAMENT PHOSPHATE

Président : M. CORNIL, professeur.

Professeur : M. DIEULAFOY.

Agrégés : MM. { ROGER.
CHARRIN.

Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

HENRI JOUVE

15, Rue Racine, 15

1893

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen..... M.	BROUARDEL.
Professeurs.....	MM.
Anatomie.....	FARABEUF.
Physiologie.....	CH. RICHEL.
Physique médicale.....	GABRIEL.
Chimie organique et chimie minérale.....	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.....	BAILLON.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BOUCHARD.
Pathologie médicale.....	DIEULAFOY.
Pathologie chirurgicale.....	DEROVE.
Anatomie pathologique.....	LANNELONGUE.
Histologie.....	CORNIL.
Opérations et appareils.....	MATHIAS DUVAL.
Pharmacologie.....	TERRIER.
Thérapeutique et matière médicale.....	POUCHET.
Hygiène.....	HAYEM.
Médecine légale.....	PROUST.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	BROUARDEL.
Pathologie expérimentale et comparée.....	LABOULBÈRE.
Clinique médicale.....	STRAUS.
Maladies des enfants.....	SÉE (G.)
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....	POTAIN.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	JACCOUD.
Clinique des maladies du système nerveux.....	PETER.
Clinique chirurgicale.....	GRANCHER.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	BALL.
Clinique ophthalmologique.....	FOURNIER.
Clinique d'accouchement.....	CHARCOT.
	TILIAUX.
	LE FORT.
	DUPLAY.
	LE DENTU.
	GUYON.
	PANAS.
	TARNIER.
	PINARD.

Professeurs honoraires

MM. SAPPEY, HARDY, PAJOT, REGNAULD, VERNEUIL.

Agrégés en exercice.

MM.	MM.	MM.	MM.
ALBARAN.	DELBET.	MARIE.	RICARD.
ANDRÉ.	FAUCONNIER.	MAYGRIER.	ROGER.
BALLET.	GAUCHER.	MENETRIER.	SCHWARTZ.
BAR.	GILBERT.	NELATON.	SEBILLOU.
BRISAUD.	GLEY.	NETTER.	TUFFIER.
BRUN.	HEIN.	POIRIER, chef des	VARNIER.
CHANTEMESSE.	JALAGUIER.	travaux anatomi-	VILLEJEAN.
CHARRIN.	LEJARS.	ques.	WEISS.
CHAUFFARD.	LETULLE.	QUENU.	
DEJERINE.	MARFAN.	REITTERER.	

Secrétaire de la Faculté : CH. PUPIN.

Par délibération en date du 6 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend en donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE,

Officier supérieur en retraite. Officier de la Légion d'honneur.

A MA MÈRE.

A MON FRÈRE,

Le Dr HENRY BARRE, médecin aide-major de 1^{re} classe.

A MES MAÎTRES DANS LES HÔPITAUX,

A MES PARENTS.

A MES AMIS.

A MONSIEUR LE DOCTEUR M. LAUGIER,

Médecin de la Maison Départementale de Nanterre,
des octrois de Paris et du chemin de fer de l'Ouest.
Médecin expert auprès des Tribunaux
et du Conseil de Préfecture de la Seine, etc., etc.
Chevalier de la Légion d'honneur.

A MONSIEUR LE DOCTEUR V. GALIPPE,

Chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris,
Vice-Président de la Société de Biologie, etc., etc.

Je remercie M. le professeur CORNIL
du grand honneur qu'il m'a fait en accep-
tant la présidence de ma thèse.



AVANT-PROPOS



Parmi les nombreux travaux que M. le docteur Galippe a réalisés dans son laboratoire, il en est un certain nombre d'inédits et qui le seraient restés longtemps encore, si M. le docteur Galippe n'avait eu la bonne pensée de nous engager à publier d'abord ses recherches sur le *pain*, recherches que nous avons complétées et vérifiées avec lui par de nouvelles expériences.

Ce sont ces travaux de laboratoire que nous avons choisis comme sujet de notre thèse inaugurale.

Nous ne les traiterons pas avec toute l'ampleur qu'ils mériteraient, nous proposant de leur donner ultérieurement avec M. le docteur Galippe le développement nécessaire.

Il nous suffira d'en indiquer aujourd'hui les lignes générales.

Avant d'entreprendre l'exposé et la discussion des travaux qui ont été publiés sur le *Pain* et les divers éléments du blé, il nous a paru indispensable d'indiquer l'état de nos connaissances sur l'*acide phosphorique*, aussi bien en raison de l'intérêt qui s'attache à l'étude de ce corps que de l'importance qu'il présente comme élément constituant du principal de nos aliments.

Quand notre maître M. le docteur Galippe nous a conseillé d'entreprendre l'étude d'un aussi vaste sujet, il a compté autant sur notre bonne volonté que sur nos connaissances spéciales en agronomie. Il a mis à notre disposition les documents précieux qu'il avait amassés sur cette question depuis de longues années, ainsi que ses travaux originaux et inédits, auxquels il a bien voulu nous associer dans son laboratoire de la Clinique d'accouchements.

Nous prions M. le docteur Galippe de recevoir ici le témoignage de notre reconnaissance et de notre profonde estime, nous le remercions de nous avoir soutenu de ses conseils et de nous avoir toujours réconforté par son exemple, son ardeur au travail et son désintéressement.

Nous adressons à nos maîtres dans les hôpitaux l'hommage sincère de notre gratitude pour les leçons si profitables qu'ils nous ont données et nous serons particulièrement heureux si celui qui nous a guidé avec tant de sollicitude pendant les deux dernières années de nos études médicales, M. le docteur M. Laugier, veut bien croire à notre affectueux et absolu dévouement.

Qu'il nous soit également permis de nous rappeler au souvenir des maîtres dont nous avons autrefois suivi régulièrement les leçons et aux travaux desquels nous avons puisé de précieux documents. Nous citerons parmi eux : MM. Risler, Aimé Girard, Müntz (dont nous avons eu l'honneur d'être le préparateur en 1884 et 1885), MM. Duclaux, Carnot, Lecouteux, Sanson, Raphaël Blanchard...

Notre vénéré maître M. Aimé Girard sait que nous professons le plus grand respect pour sa personne et pour ses travaux, aussi nous espérons qu'il ne nous tiendra pas rigueur si, sur le point d'acquérir le droit de soigner les autres, nous avons tiré de ses travaux des conclusions qui, pour n'être en aucune façon opposées aux siennes, se rapportent plus spécialement à l'art de guérir et n'en diffèrent que par l'interprétation. Nous avons recueilli de la bouche de cet éminent professeur de savantes et d'éloquentes leçons dont nous gardons un reconnaissant souvenir.





CHAPITRE PREMIER

Etude chimique des Phosphates.

On sait que l'acide phosphorique anhydre P h O^5 , forme par addition de 1-2 ou 3 équivalents d'eau trois combinaisons :

$\text{P H O}^5, \text{H O} \dots \dots \dots$ acide métaphosphorique ;
 $\text{P H O}^5, 2 \text{H O} \dots \dots \dots$ acide pyrophosphorique ;
 $\text{P H O}^5, 3 \text{H O} \dots \dots \dots$ acide orthophosphorique.

Les oxydes métalliques remplaçant l'eau dans ces diverses formules donnent les corps désignés sous le nom de phosphates :

$\text{P H O}^5, \text{M O} \dots$ phosphate mono-métallique ou acide (métaphosphate) ;
 $\text{P H O}^5, 2 \text{M O} \dots$ phosphate bi-métallique ou neutre (pyrophosphate) ;
 $\text{P H O}^5, 3 \text{M O} \dots$ phosphate tri-métallique ou basique (orthophosphate).

MÉTAPHOSPHATES (1) — Ces sels s'obtiennent par la calcination des orthophosphates mono-métalliques qui perdent ainsi leur molécule d'eau (H^2O) ou par l'action de l'acide phosphorique.

Les métaphosphates alcalins sont solubles, fusibles et amorphes, les autres sont insolubles et souvent gélatineux, on peut les obtenir par double décomposition.

PYROPHOSPHATES. — On prépare ces sels :

1° En chauffant l'acide ordinaire ou un métaphosphate avec un oxyde ou un carbonate ;

2° Par la calcination des orthophosphates métalliques ;

3° Par double décomposition.

Les pyrophosphates alcalins sont seuls solubles ; ils ont une réaction alcaline.

Leur solution précipite en blanc par les sels de baryte de chaux, de plomb et d'argent.

PHOSPHATES TRIBASIQUES. — (Orthophosphates). — *Propriété.* — Les sels monométalliques de cette classe ($MO, 2HO, PHO_5$) sont tous solubles dans l'eau et leurs solutions sont très acides. Parmi ces sels dimétalliques ($2CaO, HO, PHO_5$) ceux des métaux alcalins sont seuls solubles dans l'eau et leurs solutions ont une légère réaction alcaline.

Soumis à l'action de la chaleur, ces sels perdent leur eau et se transforment en pyrophosphates ou en mé-

(1) Des phosphates (Thèse de Calloud, 1874).

phosphates. Calcinés avec du charbon, ils donnent du phosphate bi-ou trimétallique et du phosphore. La préparation industrielle du phosphore au moyen du charbon repose sur cette propriété.)

Préparations. — Les phosphates se préparent soit en faisant agir directement l'acide phosphorique sur les bases, soit par double décomposition en précipitant les dissolutions métalliques par les phosphates solubles.

Etat naturel. — Les phosphates se rencontrent presque tous dans la nature à l'état trimétallique.

Le plus répandu est le phosphate de chaux (3CaO , PbO_5) qui constitue la majeure partie des os des animaux et que l'on trouve également dans le sol en quantités considérables.

On rencontre en outre dans la nature des phosphates de magnésie, d'alumine, de manganèse, de fer, de plomb et de cuivre.

Une base ajoutée à un phosphate monométallique (ou acide) le sature et le transforme en phosphate trimétallique.

Une base ou un acide ajouté à un phosphate bimétallique (ou neutre) le transforme soit en sel acide soit en sel basique.

Un acide ajouté à un phosphate trimétallique (ou basique) est saturé et le phosphate devient acide.

Si l'on songe que dans l'organisme les phosphates

sont continuellement soumis à des alternatives de contacts alcalins et de contacts acides, on comprendra la part importante qu'ils doivent jouer dans les phénomènes vitaux.





CHAPITRE II



Emploi agricole des phosphates.

« Il est rigoureusement constaté que la nature végétale toute entière est pénétrée d'acide phosphorique.

« C'est de là que les animaux et l'homme tirent l'acide phosphorique qui entre dans la composition de leurs organes. »

(ELIE DE BEAUMONT.)

La nécessité de l'emploi des phosphates n'est plus mise en doute par personne aujourd'hui. Au début, ce fut sous forme d'os que l'acide phosphorique fut utilisé, mais les heureux effets qu'on obtint de ces produits furent mis sur le compte des matières organiques qu'ils renferment. Ce fut seulement plus tard, quand l'usage des os était déjà devenu universel qu'on découvrit les propriétés fertilisantes de leurs matières minérales. Quand en 1804, Th. de Saussure eut démontré que c'était le phosphate qui était utilisé par

la plante, Berthier et le duc de Richmond vulgarisèrent l'emploi agricole des os.

En février 1847 (1), M. de Paine de Fahram publiant un article sur le phosphate de chaux du terrain crétacé inférieur des comtés de Kent et de Surrey disait que ce phosphate avait été employé avantageusement par lui pour remplacer les os pulvérisés.

Et M. E. Lecouteux, directeur du *Journal d'agriculture pratique*, écrivait huit ans après (numéro de février 1856).

« On a débattu longtemps la question de savoir
« quel est le principe fertilisant qui fait du *noir ani-*
« *mal* un engrais si puissant pour les bruyères récem-
« ment défrichées de la Bretagne et de la Vendée.
« On n'est pas encore complètement d'accord sur ce
« point. On commence cependant à penser générale-
« ment que c'est au moins en grande partie le phos-
« phate de chaux. »

Peu après, M. Malagutti disait à son tour : « Aujour-
« d'hui que la question d'assimilation du phosphate
« fossile à l'état de *poudre naturelle* a été résolue
« et que son application aux défrichements et *aux*
« *terres depuis longtemps* en culture ne permet plus de
« douter de ses bons effets, la presse agricole com-
« mettrait un crime de lèse-humanité si elle continuait
« à se taire. — L'indifférence à l'égard d'une décou-
« verte aussi précieuse constitue à mes yeux une ano-

(1) *Paul Dessally*. Du rôle de l'acide phosphorique dans la végétation (Paris, chez M. Boner, 1885).

« malie dont la postérité ne manquera pas de s'étonner. »

Et c'est à la suite de ces travaux que sont nées de tous côtés dans notre pays les vastes exploitations de phosphates qui ont, pour une large part, contribué à son enrichissement.

Ainsi donc, l'expérimentation a, depuis longtemps déjà, démontré l'utilité de l'emploi de l'acide phosphorique dans les terres.

L'agriculture française emploie pour près de dix millions de phosphates sous diverses formes et la consommation va chaque jour en augmentant.





CHAPITRE III

Les phosphates sont nécessaires à la nourriture des plantes

« Les phosphates sont avec la substance azotée, les deux éléments primordiaux, indispensables de toute organisation. »

PAQUELIN et JOLLY. (*Etude de Biologie*).

Quand la plante a formé sa graine, elle est parvenue au but extrême de sa vie, et c'est dans cette graine que le végétal nouveau destiné à la continuation de l'espèce devra trouver tous les éléments nécessaires aux premières phases de son développement.

On rencontrera donc nécessairement accumulée autour du germe une proportion d'autant plus considérable de substances excitantes et nutritives qu'aux premières époques de la vie, le nouvel être n'aura pas tout d'abord les systèmes racinaire et aérien qui lui permettront dans la suite de tirer sa nourriture du sol et de l'atmosphère.

A côté des matériaux azotés et hydro-carbonés, il existe dans la graine une quantité relativement considérable de potasse et d'acide phosphorique ; c'est ce dernier qui doit être considéré comme un excitant vital à l'égard du germe.

C'est faute de n'avoir pas restitué au sol l'acide phosphorique qui, sous forme de blé, fut pendant tant d'années exporté vers Rome, de la Sicile, de la Grèce, de l'Asie-Mineure, de l'Afrique et d'autres pays encore, que ces contrées sont devenues stériles.

Une semence, le blé si l'on veut, mis dans un sol complètement dépourvu de phosphate, germera et croîtra jusqu'au moment où tout l'acide phosphorique renfermé dans le grain étant épuisé, la végétation s'arrêtera. L'azote et les autres éléments constitutifs de la plante pourront bien se trouver en abondance à sa disposition elle ne pourra les utiliser. C'est qu'en effet, il existe une solidarité étroite entre les matières protéiques et les phosphates. Là où l'on rencontre le plus d'azote on est assuré de trouver à l'analyse une plus forte proportion d'acide phosphorique.

Cette analyse de Boussingault le démontre parfaitement :

	<i>Pho^s</i>	<i>Az</i>
	—	—
Froment	9.64	19.70 par k.
Paille de froment.....	1.61	4.00
Avoine.....	4.73	19.00
Paille d'avoine.....	1.07	3.00

On peut donc admettre avec cet auteur et avec Mayer que la formation des matières albuminoïdes dans les graines est subordonnée à l'existence des phosphates.





CHAPITRE IV



Nécessité des phosphates dans la ration des animaux.

« Le phosphate de chaux porphyrisé est d'une grande utilité et fournit à l'organisation le sel utile pour la solidification des os, dont un régime réparateur contribue du reste à améliorer la trame organique ».

PIORRY (*Académie des sciences*, avril 1853).

On peut considérer l'organisme animal, dit Liebig, comme une plante d'un ordre supérieur, dont le développement commence avec les matières en la production desquelles s'est épuisée la vie des plantes; nous ne trouvons aucune lacune, aucune interruption dans cette série sans fin qui commence avec les principes élémentaires de la nutrition des plantes et s'élève jusqu'à la matière complexe du cerveau de l'homme.

L'animal qui trouve dans les végétaux la matière minérale combinée aux tissus organiques, l'utilise plus ou moins parfaitement selon que ses organes sont en

état de santé ou de maladie, mais pas plus que la plante il ne saurait s'en passer et, en ce qui concerne l'acide phosphorique, on peut dire que cet élément lui est fatalement nécessaire.

« L'intervention organique de la matière phosphorée, dit Baud (1), est la seule condition indispensable de la vie animale ; sa séquestration en des appareils nerveux spéciaux n'y confère en rien, et n'est corrélative que de la complexité fonctionnelle des animaux supérieurs ; la puissance vitale de tous les êtres animés se coordonne avec les conditions pondérales de cette matière. »

Si les animaux peuvent dans une certaine mesure tirer bon profit d'addition de phosphates minéraux à leur nourriture, comme nous chercherons dans un instant à le démontrer par quelques considérations zootechniques, il ne faut pas oublier que pour l'homme, les phosphates les plus directement utilisables sont principalement ceux qu'il trouve combinés à la substance végétale (lentilles, blé, etc.) ou à la substance animale (lait, œuf, viande, etc.).

M. André Sanson, professeur de zootechnie à l'école de Grignon, reprenant les expériences faites avec un grand succès en Allemagne par *Lehmann, von Gohren, Pommérité, Weisk*, montre que le phosphate de chaux soluble d'une façon artificielle ajouté à la ration des animaux n'est pas absorbé et passe tout entier dans les déjections. Pour faire pénétrer ces sels dans l'éco-

(1) *V. Baud*. Emploi thérapeutique des corps gras phosphatés. In *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLVII. Séance du 3 mai 1858.

nomie il faut employer les aliments riches en phosphates.

« C'est pourquoi, dit M. Sanson, lorsque nous voulons en zootechnie hâter le développement du squelette pour fabriquer (c'est le mot) des animaux précoces, atteignant leur état adulte et leur plus fort poids en moins de temps, ce n'est point aux préparations pharmaceutiques que nous avons recours pour augmenter, dans leur ration alimentaire, la proportion des éléments du phosphate de chaux nécessaire, l'expérience nous ayant démontré que ce serait en vain, nous demandons le surcroît d'acide phosphorique assimilable d'abord à un allaitement plus abondant et de meilleure qualité, puis aux jeunes pousses des graminées de prairies, puis enfin à l'addition dans la ration alimentaire d'une quantité suffisante de semences de céréales, légumineuses ou oléagineuses. »

Et M. L. Dussart, dont les travaux antérieurs sur cette grande question de l'assimilation du phosphate de chaux sont connus de tous, de lui répondre (1).

« Il est certain que cette nourriture délicate sera reçue avec plaisir par ces jeunes élèves et que ces animaux théoriques, ainsi gorgés au budget de l'Etat, rendront aux contribuables qui en font les frais, des côtelettes qui ne dépasseront pas dix francs la pièce ; mais comment faire comprendre à l'agriculteur pour

(1) *Tribune médicale*, 1874, p. 608. Observations critiques sur certains points de l'histoire du phosphate de chaux.

« qui l'élevage du bétail est déjà bien peu lucratif
« qu'il ne mangera pas son blé en herbe, en faisant
« manger son herbe en bourgeons? »

De tout ce qui précède il convient de retenir que s'il y a des divergences dans le mode d'administration des phosphates, les uns le préférant direct, les autres par l'intermédiaire des herbages, tous les expérimentateurs s'accordent à reconnaître à l'acide phosphorique le pouvoir d'augmenter le volume des os, d'affermir les muscles, de donner des animaux bien doublés, d'abrégér d'une année l'évolution dentaire, d'accroître la vigueur des animaux de travail, de doubler la quantité et la richesse du lait qui, si peu souvent, suffit à l'alimentation rationnelle des jeunes animaux, surtout quand les mères ont une taille élevée.





CHAPITRE V

Étude biologique des phosphates.

(IRRITANTS ET NUTRITIFS)

• Le phosphate de chaux, sans contredit, forme et nourrit les os mais c'est là un rôle secondaire, son action principale consiste à *provoquer* et à *entretenir l'irritabilité vitale* dans les animaux comme dans certaines plantes. Aussi le trouve-t-on dans le sang en quantité déterminée, mais variable, suivant la chaleur de l'animal, sa jeunesse et son activité vitale.

MÈGE-MOURIÈS (*Mémoire présenté à l'Académie des sciences*, 1852).

Si la présence de l'acide phosphorique est absolument liée à celle des matières protéiques chez le végétal comme chez l'animal, on conçoit qu'il suffit d'établir la teneur en phosphates d'un aliment pour connaître son équivalent nutritif.

Quand un aliment est incomplet, s'il s'agit de nourrir des végétaux, on y ajoute de la potasse, de l'azote ou

de l'acide phosphorique suivant les cas, sous forme de chlorure de potassium, de nitrate de soude ou de phosphate fossile ; s'il s'agit d'animaux il convient de faire de même, et, dans le cas qui nous occupe spécialement ici, l'équilibre entre les substances protéiques et les phosphates doit être rigoureusement observé sous peine de voir se développer tous les accidents de l'inanition minérale.

Les animaux sont remarquables d'instinct en ce qui concerne la recherche de ce complément phosphaté, la satisfaction de ce besoin physiologique. Et voilà pourquoi l'on considère aujourd'hui comme normale cette habitude des Indiens géophages de manger de la terre, quand on songe que leur nourriture ordinaire est exclusivement faite de substances presque dépourvues de phosphates comme les racines, les fruits fermentés, le maïs et quelques autres céréales.

L.-O. Dussart (1) a défini ainsi l'inanition minérale :

« C'est l'état particulier de l'animal qui, recevant en abondance des aliments riches, ne trouve pas cependant dans les substances composant son alimentation, la quantité de phosphate calcaire nécessaire à la dépense quotidienne réclamée par l'économie. L'animal placé dans ces conditions continue à rejeter chaque jour dans ses excréments une quantité de phosphate de chaux sensiblement la même, quoi qu'il ait cessé d'en recevoir du dehors ; mais au

(1) L. O. Dussart: De l'inanition minérale dans les maladies, 1874.

« bout d'un temps plus ou moins long, il perd son
« appétit et son activité ; bientôt on constate chez lui
« de la tristesse et un amaigrissement rapide, enfin
« une entérite intense se déclare et la mort arrive.

« Si, ne poussant point l'expérimentation à cette
« extrémité, on ajoute aux aliments la substance miné-
« rale qui leur fait défaut, l'appétit se relève rapide-
« ment, les phénomènes morbides disparaissent et l'a-
« nimal revient à l'état normal, regagnant en peu de
« jours son poids primitif. »

Les considérations agronomiques et zootechniques
qui précèdent nous ont montré que chez l'être vivant
les phosphates non seulement développent la facilité
d'assimilation et l'appétit, mais encore qu'ils favorisent
le développement et augmentent le poids du corps.

Cela explique le double rôle qu'il convient de leur
reconnaître d'irritants nutritifs et d'aliments propre-
ment dits.

L'acide phosphorique est si universellement répandu
dans la nature inerte et dans la nature vivante qu'il
peut être considéré, en tant que corps composé, comme
indispensable au même titre que l'air, au même titre
que l'eau.

Accumulé dans le sol principalement, comme une
réserve inépuisable de force latente, l'acide phosphori-
que n'attend pour entrer en jeu que son contact avec
la nature vivante. Le rôle important de l'acide phos-
phorique dans la fermentation est connu. On sait que
la cellule vivante qui est destinée à jouer le rôle de
ferment ne peut remplir son activité transformatrice

qu'autant qu'elle dispose de phosphates. Elle se développe et meurt rapidement quand elle évolue toute seule tandis que placée dans un milieu nutritif, elle se multiplie avec une rapidité inouïe et suffit à la transformation d'une quantité relativement considérable de matière.

Soit que dans ses incessantes métamorphoses, l'acide phosphorique réagisse sur le plasma cellulaire par son oxygène ou par les combinaisons qu'il engendre, il doit être tenu pour un dynamophore pour un excitant physiologique de premier ordre.

Partout où la vie se manifeste avec énergie :

Fermentations diverses ;

Germination des graines ;

Travail musculaire ;

Travail intellectuel ;

on est certain de rencontrer une forte proportion d'acide phosphorique.

La distribution des phosphates chez les êtres vivants est proportionnelle à leur activité. C'est ainsi que chez les poissons et les reptiles, le taux de l'acide phosphorique est sensiblement moindre que chez les mammifères qui sont eux-mêmes sous ce rapport bien inférieurs aux oiseaux.

Si l'on considère d'autre part que la température des animaux est en raison directe de leur activité, on est amené à constater que la richesse de leurs tissus en acide phosphorique se trouve être également proportionnelle à leur température.

Le phosphate qui concourt ainsi à la transforma-

tion des cellules, porte avec lui le principe irritatif grâce auquel il est déposé, pour un temps, dans tel ou tel département organique.

Si l'on remarque que le ligneux ou squelette des végétaux est très riche en phosphates terreux (chaux-magnésie) tandis que les autres tissus sont abondamment pourvus de phosphates alcalins (soude-potasse) on voit combien est grande la ressemblance qui existe entre la plante et l'animal chez lequel l'os est le lieu d'élection du phosphate de chaux tandis que les autres phosphates (de fer, de soude, de potasse) se localisent autre part.

Le phosphate et le carbonate de chaux unis à l'os-séine constituent le tissu osseux proprement dit, celui dont la résistance est la plus considérable.

Or, il est à remarquer que chez les animaux perfectionnés au point de vue de la production de la viande (la race Durham) le squelette s'est réduit de volume. Tandis que l'éleveur atteint son but : la réduction des os au profit de la viande, l'animal soumis à un régime intensif condense son squelette, emmagasine sous un faible volume une forte proportion de substances minérales, et conserve en solidité ce qu'il perd en volume. Les os des animaux perfectionnés présentent en effet une consistance éburnéenne qui les fait rechercher par l'industrie.





CHAPITRE VI



Répartition des phosphates dans l'organisme.

« On peut estimer à environ un milliard le nombre des hommes qui, depuis les Celtes jusqu'à nous, sont nés et ont grandi sur le territoire de la France.

« Ce milliard d'individus a emporté en mourant deux milliards de kilogrammes ou deux millions de tonnes de phosphate de chaux ».

JOBERT, de Lamballe, cité par Elie Beaumont.

L'acide phosphorique est combiné dans l'organisme humain à cinq métaux principaux qui sont : le fer, le sodium, le calcium, le potassium, le magnésium.

Avec les oxydes de ces métaux, il forme des phosphates tribasiques plus spécialement distribués (1) :

Le phosphate de fer, dans les globules sanguins ;

Le phosphate de soude — dans le plasma sanguin ;

Le phosphate de chaux — dans la substance osseuse ;

(1) Etude de biologie par MM. Paquelin et Jolly (A. Delahaye, Paris, 1875).

Le phosphate de potasse — dans la substance cérébrale ;

Le phosphate de magnésie — dans la substance musculaire. »

Il faut remarquer toutefois que dans les phosphates c'est bien plutôt l'acide que la base qui joue le rôle important.

F. Papillon (1) a démontré que des animaux que l'on nourrit avec des aliments privés de chaux, mais riches en magnésie ou en strontiane, se développent parfaitement et évoluent d'une façon normale.

La magnésie et la strontiane s'accumulent dans leur système osseux, se substituant simplement à la chaux qui y était tout d'abord accumulée. Les diverses bases auxquelles se combine l'acide phosphorique sont introduites dans l'organisme avec les aliments plus ou moins complets que nous ingérons, et plus spécialement :

Le fer — avec la chair et le sang des animaux (gibier) ;

La soude — avec le sel marin, avec la chair et le sang des animaux (sérum) ;

La chaux — avec les eaux de boisson ordinairement riches en carbonate de cette base, avec les légumes et les fruits ;

La potasse — avec les végétaux herbacés et aussi avec le sel marin ;

(1) Académie des sciences, 1872.

La magnésie — avec les eaux de boissons et les végétaux.

Tandis que ces diverses bases ne nous font jamais défaut, l'acide phosphorique au contraire se trouve très souvent en trop faible quantité. Le travail de désassimilation et d'élimination continuant à se faire quand même, il en résulte un appauvrissement rapide et marqué de l'organisme. Si l'on ajoute un mauvais état des organes d'assimilation, la nutrition ne se fait plus et l'on voit s'établir ces états de misère qui sont toujours accompagnés d'un symptôme commun : la lésion du système osseux.

L'individu qui ne reçoit pas assez d'acide phosphorique va puiser, pour suffire à sa vie et à ses sécrétions, tous les phosphates de réserve et commence par ruiner son squelette.

Dans l'inanition proprement dite, l'organisation résiste longtemps si les matières hydro-carbonées, indispensables à la vie, ne font pas défaut.

Que si, au contraire, on donne à un animal depuis longtemps privé et dont l'état touche à la cachexie, une nourriture abondante et riche en phosphate, on le verra se relever si vite que ce sera comme une résurrection, A mesure qu'il assimilera, sa taille et son poids augmenteront ; tandis qu'il croîtra, son appétit se développera et chacun de ces phénomènes s'accompagnant de dépenses de chaleur plus considérables, son activité musculaire et cérébrale se manifesteront avec énergie.

Chez l'animal privé de phosphate (1) c'est le système nerveux qui est atteint d'abord, et les accidents d'ordres divers qui se produisent, retentissent, principalement sur les nerfs.

Peut-on expliquer ce fait autrement que par le grand appel de phosphate, fait précisément par le système nerveux, ces sels étant pour le cerveau et les nerfs plus que pour tous les autres organes, indispensables à un fonctionnement régulier.

L'urine est la principale voie d'élimination des phosphates et la relation qui existe entre la richesse des aliments ingérés et la quantité de phosphates renfermée dans les urines est évidente ; si bien qu'on a pu dire : « Il existe un rapport étroit entre l'alimentation et l'acide phosphorique contenu dans les urines. Le chiffre de cet acide augmente ou diminue avec la richesse des aliments en phosphates. Toutefois, l'absence d'alimentation diminue seulement et ne fait pas disparaître l'acide phosphorique éliminé par les urines (2). »

Voici d'après différents auteurs la richesse en acide phosphorique des aliments les plus usuels.

(1) *Foster*, cité par Beaunis. In *Nouveaux éléments de physiologie humaine*, etc., 1881, t. I, p. 75.

(2) *Mairet*. *Recherches sur l'élimination de l'acide phosphorique*. Paris, chez Masson, 1883, p. 25.

POUR 100 PARTIES DE CENDRES	ACIDE phos- pho- rique	POUR 100 PARTIES DE CENDRES	ACIDE phos- pho- rique
Bouillon.	26.24	Orge.	38.48
Chair musculaire (cheval)	46.74	Pommes de terre. . . .	11.91
Id. id. (bœuf).	34.36	Haricots.	34.50
Id. id. (veau)..	48.13	Lentilles.	36.30
Id. id. (porc)..	44.47	Navets.	7.65
Sang de porc.	12.20	Carottes.	8.37
Cerveau.	48.17	Choux blancs.	15.99
Foie de veau.	48.13	Choux de Bruxelles. . .	23.91
Morue.	16.78	Champignons.	15.43
Jaune d'œufs.	60.16	Asperges.	18.32
Blanc d'œufs.	3.16	Lait de vache.	28.04
Froment.	62.59	Laitue.	9.30
Seigle.	47.35		

Quand l'apport d'acide phosphorique est exagéré et indéfini, il peut se faire, chez certaines catégories d'individus ou chez tel ou tel individu pris isolément et à tempérament spécial, des dépôts supplémentaires de phosphates qui se localisent dans un organe ou dans un système.

Toutefois, on peut dire qu'en règle générale les phosphates qui sont introduits en surabondance dans l'organisme sont rejetés dans les urines.

La surcharge osseuse par le fait d'une assimilation trop fidèle est manifeste dans l'artério-sclérose.





CHAPITRE VII



Evolution des phosphates dans l'économie des femmes enceintes.

« Pendant la grossesse, la femme a besoin de joindre à son alimentation certains éléments minéraux (chaux, acide phosphorique) Il vaut mieux les lui donner sous une forme quelconque que de la voir les emprunter à son propre fonds; c'est-à-dire à son système osseux et à son système dentaire ».

Dr GALIPPE (*Hygiène de la bouche*).

Partout où des dépenses extraordinaires phosphatées doivent être faites, on trouve ces sels accumulés en grande quantité. Les cotylédons dans lesquels la plante va puiser exclusivement les matériaux nécessaires à son premier développement s'en montrent abondamment pourvus; chez la femelle en état de gestation, une économie curieuse et depuis longtemps remarquée préside à l'accumulation de ces réserves.

L'acide phosphorique disparaît de l'urine pour ne reparaitre que vers le sixième mois de la grossesse,

d'abord en très faibles proportions. Peu après la conception, en même temps que les os augmentent tout à la fois de volume et de densité, il se forme chez la femme, à la surface du bassin, des concrétions ostéophytes qui sont résorbées en totalité vers la fin de la grossesse.

Ces réserves doivent être considérées pour le produit de la conception comme un substratum de nourriture entretenu, tant qu'il en est besoin, par l'organisme maternel. Mais la nature sacrifie la mère au fœtus ; celui-ci, destiné à perpétuer l'espèce, évolue fatalement.

Si la mère est robuste, si elle assimile, elle empruntera à ses aliments, c'est-à-dire en dehors de son organisme, tous les matériaux nécessaires au parfait développement de son produit. Si elle est faible, si les fonctions assimilatrices lui font défaut, c'est à sa propre substance que puisera son fœtus et, pour elle, s'établiront ces états pathologiques au premier rang desquels il faut citer l'ostéomalacie. La conservation des matériaux au fœtus est si nécessaire que la mère, exposée aux privations, dépérit la première, le petit ne commençant à se ressentir du délabrement général qu'au moment où il est expulsé prématurément.

« La femme enceinte, dit Barlemond, se désorganise moléculairement pour fournir à son produit une partie des éléments nécessaires au développement de ce dernier. » Il est bien certain, en effet, qu'aux différentes étapes de la gestation le fœtus réclame des matériaux que la mère ne peut éviter de lui fournir.

Or, celle-ci les introduit dans son sang, soit en les empruntant à l'extérieur, soit en les tirant de son propre fonds. On comprend de suite l'extrême importance du régime alimentaire chez la femme enceinte, La désassimilation maternelle sera d'autant moins accentuée que les emprunts faits à l'extérieur seront plus abondants et mieux réglés. Le taux alimentaire qui suffit à l'entretien de la femme en état de vacuité est insuffisant pendant la période gravide. Et « c'est la connaissance de ces causes, ajoute Barlemond, qui doit nous conduire à reconnaître l'utilité d'une hygiène spéciale pour la femme grosse. On sait que l'instinct qui pousse les femmes enceintes à rechercher des substances parfois bizarres, comme de la craie, de la cendre, du charbon, etc., trouve son explication dans l'appel impératif de l'organisme qui a besoin d'un complément de nourriture. On peut rapprocher de ce fait l'habitude qu'ont certains animaux d'ingérer des matériaux calcaires à certaines périodes de leur existence.

Au moment de la ponte, aux approches du printemps, les poules recherchent avec avidité les grains de sable calcaire dont on enduit les murs ou dont on tapisse les allées.

Ce calcaire est tellement indispensable à la formation de la coque solide des œufs que si, à cette époque, on enferme les poules dans une cage, elles ne peuvent plus pondre que des œufs à coques molles.

Avant les époques de mues, les écrevisses absorbent une grande quantité de graines siliceuses et calcaires,

comme celles des charas, par exemple; si bien qu'au moment où elles abandonnent leurs carapaces, on trouve dans leurs corps des concrétions minérales désignées sous le nom d'*yeux d'écrevisses*, destinées à la production de leur nouveau squelette externe. Ce dernier formé, on ne trouve plus, à l'intérieur de ces animaux, trace de ces concrétions.

Ces exigences instinctives de l'organisme se manifestent également dans beaucoup d'états pathologiques.

« La femme chlorotique est quelquefois comme la femme enceinte, torturée par des envies singulières, des appétits bizarres et dépravés. Et, cependant, ces désirs qui paraissent quelquefois ridicules ont leur raison d'être. En effet, le caractère principal de la chlorose est une altération du sang, une diminution notable des globules et l'augmentation de la sérosité.

De quoi se compose le globule? Principalement de fer, de potasse, et, en outre, de quelques autres produits, surtout minéraux. Dans le sérum du même fluide, nous rencontrons la soude, etc.,.

Il manque donc à la chlorotique des principes minéraux qu'elle recherche instinctivement là où elle doit les rencontrer.

C'est guidée par l'instinct qu'elle demandera aux substances vertes ce qu'elles contiennent en potasse, en même temps qu'elle leur empruntera leurs acides. Le vinaigre qu'elle recherche dans la salade transformera en acétates assimilables les matières minérales incapables d'être admises en nature dans l'organisme.

C'est donc bien ici l'instinct seul, qui répondant à

l'appel de l'organisme, manifeste de cette façon les besoins qu'il ressent. Et, si en clinique il est d'usage d'exclure ces acides de l'alimentation des chlorotiques, c'est que le médecin a été conduit à reconnaître les désordres que peut amener dans les divers actes de l'organisme en général et dans la nutrition en particulier l'emploi exagéré de ces substances; mais pour éviter une exagération, faut-il tomber dans l'excès contraire? »

Cet appel de l'organisme à l'élément calcaire n'est pas moins évident chez les individus en voie de croissance. Les jeunes animaux recherchent avec avidité les substances minérales qui, nous l'avons déjà vu ne sont pas seulement pour eux des aliments, mais aussi des excitants. Dans ses lettres sur la chimie, Liebig rapporte que les paysans de La Hesse facilitent la dentition des enfants en leur donnant de l'eau de chaux, qu'ils avalent avec le plaisir que produit la satisfaction d'un besoin impérieux. Et ce seul fait suffirait à prouver l'absolue nécessité de l'ingestion d'éléments minéraux chez les individus en voie de développement. D'ailleurs, Liebig a pensé que la chaux dans ce cas particulier n'était désirée que parce qu'elle constituait la base destinée à la formation du phosphate de chaux des os dont l'acide est fourni par les phosphates alcalins des aliments.

L'acide phosphorique qui disparaît des urines pendant la grossesse est économisé pour le fœtus, la partie ne concourant pas à la formation des ostéophytes étant directement assimilée par le nouvel être.

« Il existê dans l'urine (1) de la femme grosse plus
« d'eau et moins de matières solides que dans celle des
« femmes à l'état physiologique normal.

« Il devait en être ainsi puisque la femme, sans chan-
« ger son alimentation, doit fournir à son enfant les
« matériaux solides nécessaires à son développement.

« La quantité d'eau restant la même, la proportion
« de ce liquide devait naturellement augmenter dans
« les urines puisque ces dernières contenaient fatale-
« ment moins de matières solides.

« De cette proportion différente (eau et matières
« solides) et de la prépondérance de la partie liquide
« devait découler naturellement une diminution dans
« la densité du produit excrété, aussi voyons-nous
« cette densité rester au-dessous de la moyenne nor-
« male.

« D'autre part, le fœtus en prenant de l'extension
« réclame plus de matériaux et c'est ainsi que se
« trouve expliquée cette diminution graduelle dans la
« masse des déchets solides à mesure que nous nous
« rapprochons de la délivrance. »

(1) *Barlemond*. Essais sur certaines modifications de la nutrition pendant la grossesse. Paris, 1870.





CHAPITRE VIII



Désassimilation des phosphates.

« Le phosphate entre dans la composition du sang. Il est indispensable à la formation des os et contribue aussi, par le phosphate qu'il renferme à la nutrition des nerfs et des centres nerveux. Peu soluble dans les acides des premières voies, ce sel s'absorbe lentement. Il constitue cependant un *élément de restauration* utile dans le rachitisme et l'ostéomalacie. »

(GUBLER. *Leçons de thérapeutique*).

1° Ostéomalacie.

Sous l'influence des maladies ou des grossesses répétées, ou bien encore par le fait d'une nourriture insuffisante ou par l'absence de soins hygiéniques, on voit se développer chez l'homme quelquefois, et surtout chez la femme, ainsi que chez les femelles des animaux domestiques, une maladie caractérisée par le ramollissement du système osseux. C'est l'ostéoma-

lacie de l'adulte, qu'il convient de ne pas confondre avec l'ostéoporose, désignée parfois sous le nom d'ostéomalacie des vieillards. La substance osseuse se présente dans cet état pathologique dépourvue de chaux et la raréfaction du tissu osseux marchant de dedans en dehors, la déformation du squelette arrive à un degré souvent extraordinaire. Comme l'ont bien démontré (1) les recherches de Virchow, Volkmann, Winkel, Schieck, Weber, Rokitansky, Lambl, Rindfleisch, Ramier, la destruction des parties calcaires des os complètement développés se fait par l'intermédiaire des canalicules de Havers et par lamelles, de sorte qu'à la périphérie de ces canalicules, il se produit des tissus ostéoïdes, c'est-à-dire du tissu osseux, sans sels calcaires. Le tissu osseux lui-même ne tarde pas à s'altérer.

Les corpuscules osseux s'épaississent, se déforment, s'arrondissent, se remplissent de graisse, et leurs canalicules disparaissent en partie.

Enfin, tout le tissu se dissocie, se dissout et finit par être remplacé par la prolifération du tissu médullaire. Cette substitution du tissu médullaire au tissu osseux suit le trajet des canalicules de Havers. De sorte qu'au milieu de la moëlle on trouve par place des lamelles osseuses intactes et que l'os tout entier devient mou, analogue à de la cire et se coupe facilement tout en craquant par places. Dans les cas extrêmes, il ne reste

(1) A. Charpentier. Traité pratique des accouchements, 1890, t. II, page 52.

qu'un sac membraneux, formé par le périoste et renfermant du tissu médullaire et de la graisse.

Pour M. Eisembart (1), « l'ostéomalacie est le résultat d'une altération du sang qui, non seulement a une teneur moindre en hémoglobine, mais qui, encore et surtout, présente une diminution de son alcalinescence. Le sang ainsi modifié peut agir comme dissolvant des sels calcaires, des os et, tant par ses réactions chimiques que par la rapidité de sa circulation, être le facteur des altérations osseuses du bassin. La diminution de cette alcalinescence peut être le résultat de l'action des ovaires sur le système nerveux et, par l'intermédiaire de celui-ci, sur les oxydations et sur les réactions chimiques qui se passent dans l'organisme ».

Les vétérinaires désignent sous le nom de *mal de pattes* ou de cachexie osseuse une maladie spéciale aux vaches qui tend au ramollissement et à la déformation des os, si bien qu'on peut les couper avec un couteau. On s'accorde à admettre que cet état cachectique est dû à un défaut de nutrition du squelette, soit que les animaux tirent leur nourriture de pâturages pauvres en phosphates ou que l'alimentation qui leur est offerte à l'étable ne soit pas complète, qu'elle soit dépourvue d'éléments minéraux. Il n'existe pas, à vrai dire, de traitement curatif de cette maladie, mais on conçoit qu'une hygiène préventive consistant à procurer aux animaux leur provende ordinaire enrichie d'orge, de seigle ou de tourteaux ou même de phosphates naturels, aura toute chance de réussir.

(1) *Deut. Arch. f. Klin. med.* vol. 49, n° 2 et 3.

La cachexie ossifrage se manifeste par un syndrome analogue à celui de l'ostéomalacie, mais elle en diffère au point de vue anatomo-pathologique par ce fait constant que le poids spécifique des os est notablement diminué et que les fractures se reproduisent sur tous les os au moindre choc, à la première chute.

M. A. Sanson (1) pense que « dans cette maladie les fractures observées ont lieu non pas à cause de la disparition totale ou partielle de la substance calcaire de l'os, mais plutôt à la suite de modification de la substance organique qui donne à l'os sa souplesse et lui permet de résister aux causes de fractures. »

Les Allemands, qui ont bien plus souvent que nous occasion d'observer ces maladies osseuses, sont d'un avis tout autre et ils les attribuent à l'absence complète ou relative de l'acide phosphorique dans le sol et, par suite, dans la nourriture.



2° Phosphaturie.

Quand la désassimilation du phosphate se fait avec rapidité sous l'influence de la maladie, la phosphaturie (ou diabète phosphatique de Teissier) est constituée. En même temps que les urines renferment un excès d'u-

(1) Annales de médecine vétérinaire, 30 juin 1882, p. 630.

rate, on y rencontre presque toujours du phosphate double, de soude et d'ammoniaque, du phosphate ammoniaco-magnésien et en forte proportion les différents phosphates normaux de l'urine tels que :

- Le phosphate bisodique ;
- Le phosphate bipotassique ;
- Le phosphate tricalcique ;
- Le phosphate bicalcique ;
- Le phosphate trimagnésien ;
- Le phosphate bimagnésien ;
- Le phosphate acide de magnésie.

Pour MM. Laveran et J. Teissier (1) le diabète phosphatique comprend trois groupes de phosphaturiques.

1° Il y a des cas de polyurie avec déperdition exagérée des phosphates à bases alcalines dans diverses affections du système nerveux avec ou sans lésions organiques.

2° Il y a des individus qui meurent tuberculeux après avoir traversé toutes les phases de la consommation. Au fur et à mesure de l'évolution tuberculeuse la déminéralisation du parenchyme pulmonaire s'accroît progressivement et il y a relation étroite entre la tuberculose et la phosphaturie ainsi que le prouvent les travaux de Marcel (de Londres) et de G. Daremberg sur la constitution chimique des crachats des tuberculeux.

3° Des individus affectés de polyurie phosphatique ont été glycosuriques, ou le deviennent plus tard ; chez ces malades qui ont plusieurs des symptômes du

(1) Nouveaux éléments de pathologie médicale 1889.

diabète sucré (troubles de la vue, altérations cutanées) le diabète phosphatique serait, suivant J. Teissier un diabète sucré latent, « le diabète phosphatique pouvant être la conséquence d'un dédoublement dans le sang de la glycose en acide lactique, condition qui favoriserait la dissolution et par conséquent l'élimination des phosphates. »

La thérapeutique a peu de prise sur cette maladie grave qui en peu de temps ruine l'économie. Les aliments riches en phosphates n'ont qu'un pouvoir reconstituant fort limité et c'est plutôt la cause qui engendre la phosphaturie qu'il convient de combattre comme : l'infection, le névrosisme ou la dyscrasie acide le plus souvent.



3° Rachitisme.

Que l'on rattache la pathogénie du rachitisme à l'hérédité, à la scrofule, à la syphilis ou à un vice dans l'alimentation, c'est toujours cette dernière cause que l'on invoquera en fin de compte quand les autres seront insuffisantes.

Le rachitisme est la maladie des gens qui se nourrissent mal, des gens qui ingèrent sans assimiler et chez lesquels l'ostéogénie dévide son type normal. Si nous admettons avec Chossat, J. Guérin, Pommay et

bien d'autres, que le rachitisme est dû à la non assimilation des phosphates, il nous importera seulement de nous arrêter aux conditions qui, diminuant la solubilité des phosphates de chaux, en gênent l'absorption ; ce sont : la trop faible acidité du suc gastrique d'une part, la trop grande alcalinité du suc intestinal d'autre part.

Si l'on considère qu'un excès d'acide lactique introduit dans l'organisme augmente la richesse des urines en phosphates, on est amené à conclure que le rachitisme doit être attaché à la classe des perturbations nutritives par dyscrasie-acide.

On sait que Baginsky a obtenu tous les symptômes et phénomènes du rachitisme chez de jeunes chiens nourris avec des aliments privés de chaux et additionnés d'acide lactique.

La théorie qui rattache le rachitisme à la dilatation, à l'ataxie gastrique, trouve sa raison d'être et sa valeur en ce que chez les déséquilibrés du ventre, comme on les a appelés, la nutrition est mauvaise, l'absorption ne se fait pas et l'organisme est sous l'influence d'une perpétuelle intoxication dont le point de départ doit être recherché dans la fermentation acide de l'estomac.

Le rachitisme intra-utérin développé et guéri avant la naissance est une maladie aujourd'hui reconnue.

Les femmes enceintes qui sont jeunes et qui ont été surmenées ne sauraient être surveillées avec trop de soin, car ce sont elles qui produisent ces enfants aux crânes parfois si difformes, aux poitrines levrettées et

insuffisantes et chez lesquels les déformations de la charpente osseuse se montrent à tous les degrés.

M. Ch. Bouchard, dans son livre sur les maladies par ralentissement de la nutrition (1) a donné du rachitisme la définition suivante : « Le rachitisme est une anomalie de la nutrition de l'enfant qui produit un accroissement excessif des tissus d'ossification avec une calcification insuffisante de ces tissus et qui entraîne, comme conséquence, des déformations passagères ou durables de diverses parties du squelette. »

Et, à propos du rachitisme ainsi défini avec autorité, serions-nous trop osé de faire ici quelque rapprochement entre le végétal (le blé) qui parfois pousse avec une exubérance telle qu'il finit par *verser* et l'enfant qui, grandissant sous l'influence d'un développement fatal mal équilibré, voit ses membres se *courber*, ses articulations se nouer ?

Dans l'un et l'autre cas, chez la plante comme chez l'animal, l'assimilation des matériaux hydro-carbonés et azotés doit être suivie par la fixation des principes phosphatés en quantité proportionnelle pour qu'il n'y ait aucune déviation dans l'évolution du type normal.

(1) Paris, 1882.





CHAPITRE IX



Allaitement, Sevrage et Rachitisme.

« On gorge le nourrisson, au lieu de lui donner une nourrice, d'une nourriture grossière, trop abondante, et nullement en rapport avec l'organisation de son tube digestif. De là les affections les plus graves, l'entéro-colite, le ramollissement des membranes muqueuses, puis la mort dans d'effroyables proportions.

« Si par hasard l'enfant survit, sa constitution s'altère profondément, il devient scrofuleux, tuberculeux, rachitique... »

Dr MONOT.

Chez la femme qui allaite, les règles sont généralement supprimées et l'ovulation étant suspendue, la conception ne doit pas avoir lieu.

Il y a à cette règle beaucoup d'exceptions; il n'est pas rare de voir des femmes chez lesquelles les règles se rétablissent et qui deviennent enceintes alors qu'elles allaitent encore. On peut dire néanmoins que généralement l'allaitement et la grossesse sont deux fonctions qui, chez la femme, s'excluent l'une l'autre. Une femme enceinte est toujours une mauvaise nour-

rice. La nature aide le produit de la conception, elle met tout en œuvre pour lui faire parvenir les phosphates de l'organisme maternel, tandis que, d'autre part, elle abandonne le nourrisson qui, ne trouvant plus à têter qu'un lait pauvre en principes minéraux, devient rachitique. Chez les grandes femelles domestiques, il en est tout autrement; on sait qu'il est de règle en zootechnie de n'avoir dans les étables et les écuries que des mères nourrices qui sont constamment pleines.

Il est vrai de dire que ces femelles doivent être l'objet de soins constants et que leurs petits, dont l'organisation se prête à une alimentation précoce, ne fatiguent leurs nourrices que dans de faibles proportions. Il n'en saurait être de même pour l'enfant que la mère doit nourrir exclusivement de son lait pendant au moins les huit premiers mois de la vie et qui ne doit être sevré que progressivement.

« Le sévrage (1), dit M. J. Plateau, est la cessation
« de l'allaitement, mais non la suppression du lait
« chez les enfants sevrés, lequel doit, pendant long-
« temps encore, former une partie importante de leur
« alimentation... L'appareil digestif des nouveau-nés
« est ainsi constitué qu'il exige impérieusement une
« nourriture spéciale à des organes dont le dévelop-
« pement encore incomplet se perfectionne continuel-
« lement. Les glandes salivaires de l'estomac et de
« l'intestin fonctionnent alors de telle sorte que les sucs

(1) Annales de polyclinique de Paris, 1891, p. 210.

« qu'elles secrètent ne peuvent, pendant cette période
« de leur existence, digérer que le lait. »

Que si, dans la nourriture d'un petit enfant, on passe brusquement de son met normal, le lait, aux aliments indigestes tels que le pain ou les farineux, on prépare un désastre inévitable.

Les amylacés arrivent dans l'estomac sans avoir subi l'influence des glandes salivaires non développées encore et y séjournent sans y être digérés, en attendant le développement de fermentation vicieuse, causes forcées des vomissements et des diarrhées. La porte est ouverte à l'athrepsie et à la mort.

Mais l'enfant peut résister longtemps et le jour où on lui rendra son lait, il se relèvera lentement, péniblement. Mais s'il a trop souffert, si ses facultés d'assimilation ont été fortement atteintes, ses articulations se noueront, ses tibias s'incurveront et le rachitisme insidieusement s'établira.





CHAPITRE X



Valeur alimentaire du pain bis comparé au pain blanc.

« Le premier des aliments de l'homme, le pain, est devenu le *plus imparfait*. Un préjugé universel fait mesurer la qualité nutritive du pain à sa blancheur.

« C'est une grande erreur. Le pain bis auquel sont habitués les paysans, est bien plus nourrissant que le pain blanc pour la raison que le froment sert en son entier à sa fabrication et l'on sait que c'est surtout dans la partie corticale du grain que le *gluten* et le *phosphate de chaux* se trouvent accumulés.

« Au contraire, pour obtenir la farine blanche si chère aux citadins, la partie périphérique du blé est rejetée comme déchet au même titre que le son. De sorte que le pain des villes n'est le plus souvent qu'un mastic d'amidon.

(D^r FLASSCHEN. *Le pain hygiénique*).

Plus alimenti est in pane.
Quam in ullo alio cibo.

Fréd. OFFMANN,

Le pain est l'aliment le plus répandu, c'est lui qui forme la base de la nourriture de bien des catégories de citadins et de la masse des travailleurs des champs. On peut même dire que dans certains en-

droits il est le seul aliment : le lait, les œufs, le fromage et la viande surtout, n'entrant dans la composition des repas que d'une manière parfaitement insuffisante.

Le pain est l'aliment par excellence, celui qui nourrit et qui exige pour sa production la plus grande dépense d'énergie, de travail soutenu et réglementé, celui que la civilisation seule a permis à l'homme de fabriquer de façon méthodique.

C'est à la recherche d'un pain parfaitement fabriqué (cuisson à point, croûte ferme et dorée, mie bien levée et légère, bonne odeur et franche couleur) et *le plus riche possible en éléments nutritifs assimilables* que doivent s'adonner ceux-là principalement qui, pour diverses raisons, ne cherchent pas dans des aliments concentrés le complément minéral indispensable à leur nourriture trop exclusive.

Nous verrons par la suite de cette étude que la partie du froment la plus riche en acide phosphorique : le *son*, est précisément celle que l'industrie tend chaque jour à rejeter de plus en plus intégralement de la panification,

La tendance à rechercher le pain le plus blanc possible a fait perdre de vue les bénéfices énormes en substances minérales que des procédés de mouture appropriés auraient pu conserver.

Les boulanges brutes que certaines populations du Nord de l'Europe consacrent à la fabrication de galettes grossières renfermant le son à l'état non divisé, sont incontestablement défectueuses au point de vue

nutritif. Mais si l'on part de ce fait expérimental, plus loin démontré, à savoir la solubilité et l'assimilation possible des sels renfermés dans les enveloppes du blé, on comprend de suite que des pains fabriqués avec une boulange parfaitement moulue sont ceux qu'une alimentation économique doit rechercher au premier chef.

Malheureusement on croit presque partout que la farine la plus blanche est la plus riche et la meilleure quand c'est le contraire qui existe.

L'ouvrier recherche le pain blanc parce qu'il le croit le meilleur et, il faut le dire aussi, parce qu'il le voit consommer par le riche, par le savant et par son médecin lui-même. Mais comme nous venons de le dire, il ne voit pas que ceux qui usent d'un pain aussi flatteur, peuvent compenser sa pauvreté par l'ingestion de viandes, de poissons et d'autres aliments très riches, non seulement en acide phosphorique, mais aussi en azote.

Comme on le verra plus loin par les tableaux que nous avons dressés de nos analyses, le pain bis est toujours plus riche que le pain blanc provenant du même blé.

Dans un travail très remarqué qui nous a donné l'idée de cet essai sur les phosphates, notre maître M. le docteur Galippe, étudiant la valeur alimentaire du pain mis à la disposition des enfants dans les écoles et son influence sur le développement, le maintien, ou l'altération du système dentaire, dit à ce propos (1) :

(1) Rapport sur le fonctionnement d'une des annexes du service médical de l'école Monge. Paris, G. Masson, 1883.

« Le pouvoir nutritif du pain n'est pas en effet
« étroitement lié à sa blancheur, et pour obtenir cet
« aspect si recherché dans les classes aisées, il faut
« rejeter un certain nombre d'éléments dont l'importance dans l'alimentation des enfants est capitale;
« je veux parler des phosphates et des sels de chaux.
« Ces principes sont en effet presque exclusivement
« contenus dans l'enveloppe du grain de blé qui,
« réduite en particules ténues, prend le nom de son.

« L'analyse comparative du pain blanc et du pain
« bis confirme ce que je viens de dire.

« Voici du reste le résultat de mes analyses :

« J'ai pris comme moyenne du pain blanc celui de
« l'Assistance publique, et comme moyenne du pain
« de deuxième qualité celui fabriqué par la manutention militaire autrement dit le pain de munition. Le
« pain riche est plus blanc que celui de l'Assistance
« publique, quant au pain de munition il peut être
« considéré assez exactement comme représentant la
« moyenne des pains dits de seconde qualité.

Pour un kilogramme de Pain.

	PAIN de l'Assistance publique	PAIN de la Manutention militaire
Acide phosphorique du phosphate de fer. . .	0.05.488	0.17.300
Chaux	0.39.984	0.51.968
Magnésie	0.42.808	0.78.840
Acide phosphorique non compris celui du phosphate de fer	2.48.176	3.98.496
Acide phosphorique TOTAL. . .	2.53.654	4.15.796

« On voit par les chiffres qui précèdent, que le pain
« de munition est infiniment supérieur à celui de
« l'Assistance publique au point de vue de la richesse
« en éléments minéraux ; en effet il contient plus d'a-
« cide phosphorique, plus de chaux, plus de magné-
« sie, et l'écart, comme on peut en juger par les
« chiffres ci-dessus, est extrêmement considérable. »

On connaît l'expérience de Magendie (1) : des chiens mangeant à discrétion du pain blanc de froment pur ne vécurent pas au delà de cinquante jours, tandis que ceux qui furent soumis au régime du pain bis se conservèrent en parfaite santé.

Ce qui fit dire à M. Mège Mouriès (2) : « Je suis persuadé que le *pain blanc*, capable de laisser mourir au bout de cinquante jours des animaux ou des hommes (car Starsk, le célèbre physiologiste anglais a été victime de ces expériences), ne peut qu'avoir la plus mauvaise influence sur la santé générale de l'homme. »

Le docteur Blondel a, lui aussi, de son côté, parlé en faveur du pain bis, il le considère comme devant former la base de la nourriture des dyspeptiques, tant à cause de sa facile digestion que de son pouvoir nutritif si considérable.

« Le régime alimentaire a une telle importance dans le régime des dyspepsies, qu'il constitue souvent à lui seul toute la médication. A ce titre, le pain, en qualité d'aliment de première nécessité, mérite un examen tout particulier.

(1) *Magendie*. Précis élémentaire de physiologie, t. II, p. 514, 4^e éd.

(2) *Mège-Mouriès*. Du froment et du pain de froment.

Son pouvoir nutritif est très variable suivant la façon dont il est préparé. Pour obtenir du pain plus blanc on s'est ingénié à priver la farine par le blutage, des enveloppes qui renferment le gluten et un ferment peptogène dont l'importance est considérable dans le chimisme de la digestion de cet aliment.

Le pain blanc est donc le moins nutritif de tous et renferme surtout les matières amylacées dont la proportion peut s'élever à 40 ou 45 pour cent. Ce pain se gonfle beaucoup dans l'estomac par l'action du ferment, dont le maximum d'activité est au voisinage de 40°.

Cette farine altérée par l'humidité subit une série de transformations dans l'estomac, qui aboutissent à la formation d'acide acétique.

C'est à cet acide que j'attribue la production du pyrosis chez certains dyspeptiques, et je vois la confirmation de cette idée dans ce fait que la suppression des farineux suffit à faire disparaître ce symptôme.

Le pain bis, est au contraire, d'une digestion plus facile, en même temps que son pouvoir nutritif est beaucoup plus considérable.

Le pain grillé est plus peptogène encore et son pouvoir digestif peut être évalué à environ cinq fois celui du pain blanc.

Le pain diastase par l'addition de la pepsine végétale l'est douze fois plus.

Enfin le pouvoir digestif se trouve accru dans des proportions plus considérables encore, lorsqu'on incor-

pore au pain une albuminoïde végétale, la *légumine* des haricots, pois, fèves, lentilles, etc.

Les essais thérapeutiques que nous avons pu faire de ces divers pains, justifient pleinement nos recherches de chimie appliquée à l'alimentation des malades (1). »

(1) *R. Blondel*. In Bulletin médical, 1892. Le pain dans le chimisme stomacal.





CHAPITRE XI



Analyses de blés et de pains de diverses provenances.

RAPPORTS ENTRE LES UNS ET LES AUTRES AU POINT DE VUE DES PHOSPHATES.

« Les céréales qui forment le fond de la nourriture du peuple représentent dans leur ensemble 10 milliards de kilogr., lesquels produisent 7,500 millions de kilog. de farine et 11,050 millions de kilog. de pain. »

Jules ROCKARD (*Les ressources alimentaires de la France*).

Nous avons de notre côté analysé un certain nombre de blés de diverses provenances. C'est avec la farine provenant de quelques-uns de ces blés qu'ont été fabriqués les divers pains sur lesquels ont porté nos essais.

DÉSIGNATION	POIDS de l'hectolitre	Cendres	Ca O	Ph O ^s	Mg O
(1)					
Blé de l'Amérique septentrionale (Walla-Walla)	78 k 00	2.320	0.042	0.656	0.217
Blé de l'Yonne	77 50	2.200	0.040	0.632	0.192
Blé de Grandvilliers (moyenne de 3 analyses)	" "	2.070	0.054	0.869	0.223
Blé roux de la Brie	76.5 à 77	2.000	0.060	0.617	0.173
Blé de la Boulangerie des hôpitaux.	" "	1.870	0.068	0.621	0.136
Blé roux d'hiver d'Amérique (St-Louis-Redwinter).	78 "	1.800	0.038	0.864	0.234
Blé du Loiret.	78 "	1.800	0.042	0.616	0.173
Blé de la Beauce	77 "	1.700	0.048	0.810	0.229
Blé de la Nièvre.	76 50	1.700	0.060	0.776	0.220
Blé du Gâtinais	77 "	1.590	0.054	0.640	0.182
Blé de l'Indre.	77 50	1.510	0.042	0.608	0.190
Blé de Dargiers (moyenne de 3 analyses)	" "	1.495	0.047	0.686	0.195
Blé du Calvados.	77 "	1.430	0.038	0.696	0.198

(1) Pour l'ordre de ce tableau on a suivi la série décroissante de la richesse des cendres.

Si l'on se reporte à ce tableau général des analyses de blés, on remarque que celui qui a fourni les deux pains relativement très riches en acide phosphorique (0.52 o/o) renferme une proportion minime de cet acide (0.62 o/o). Ce fait n'a rien qui doive surprendre si l'on songe que la farine provenant de ce blé a été mise en œuvre à l'état de boulange brute, c'est-à-dire telle qu'elle se présente au sortir des meules.

Analyses comparatives :

- 1° d'un blé de la boulangerie des hôpitaux ;
- 2° d'un pain (a) fabriqué avec la boulange de ce blé et levure de brasseur.
- 3° d'un pain (b) fabriqué avec la même boulange et levure de pâte.

	Cendres	Ca O	Ph O ^s	Mg O
Blé. o/o	1.870	0.068	0.621	0.136
PAIN (a).	1.762	0.060	0.524	0.060
PAIN (b).	1.760	0.060	0.524	0.064

Le blé qui au sortir de la meule (à l'état de boulange) renferme 0,621 o/o d'acide phosphorique, en perd par le blutage et les diverses opérations qui tendent à le purifier c'est-à-dire à le transformer en farine, une proportion très considérable. Aussi si l'on compare l'analyse des pains fabriqués avec la boulange et celle des pains fabriqués avec la farine on voit que les premiers peuvent renfermer jusqu'à 0,524 o/o d'acide phosphorique tandis que les autres n'en renferment plus que 0,270 o/o et même pour les pains de certaines boulangeries 0,231 o/o.

DÉSIGNATION	Eau	Cendres	Ca O	Ph O ^s	Mg O
PAIN (forme ronde) fait avec de la boulange pure et de la levure de brasseur	24 24	1.762	0.060	0.524	0.060
PAIN (forme longue) fait avec de la boulange et levain de pâte. . .	24 80	1.760	0.060	0.524	0.064
PAIN 1/2 boulange pure et 1/2 boulange de boulange et de farine à partie égale	30 60	1.640	0.054	0.540	0.130
PAIN blanc d'une boulangerie de la rue des Châtreux	22 57	1.500	0.042	0.231	0.038
PAIN de l'École Monge	30 "	1.240	0.050	0.256	0.038
PAIN mélange de boulange et de farine à parties égales avec levure de brasseur	30 "	1.220	0.054	0.462	0.119
PAIN 1/4 de boulange et 3/4 mélange de boulange et de farine à par- ties égales	31 70	1.220	0.042	0.446	0.099
PAIN de l'École Monge (boulangerie)	" "	0.800	0.052	0.288	0.056
PAIN de l'hôpital (Assistance publique)	" "	0.790	0.040	0.275	0.056
PAIN de l'hôpital (Assistance publique)	" "	0.760	0.048	0.272	0.054
PAIN de l'hôpital (Assistance publique)	35 "	0.750	0.048	0.270	0.054

(1) Pour l'ordre de ce tableau on a suivi la série décroissante de la richesse en cendres.

De ce tableau il ressort clairement, comme on devait s'y attendre d'ailleurs, que les pains les plus riches en acide phosphorique sont les plus bis, ceux qui ont été fabriqués avec la boulange brute, avec la farine imblutée, tandis que les plus pauvres en acide phosphorique sont les plus blancs, ceux qui proviennent des boulanges les plus travaillées, les plus tamisées.

Il faut aussi remarquer que les pains faits avec des mélanges de boulange et de farine donnent pour la richesse en phosphate des chiffres intermédiaires.





CHAPITRE XII



Utilité du son dans le pain.

« Il est indubitable qu'en fournissant en quantités convenables les substances qui remplacent ou diminuent les pertes de l'organisme on peut prolonger la vie de l'individu et élever la durée moyenne de la vie de la société toute entière. Une amélioration de la position matérielle des classes populaires peut donc prolonger la durée moyenne de la vie et rendre la race humaine plus robuste. »

Carl Vogt (*Lettres philosophiques*).

M. Aimé Girard, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers (1), a recherché de quelle façon il convient de préparer le blé pour le mieux approprier aux besoins de l'alimentation humaine. Le pain peut être le résultat de la mise en œuvre soit du blé, tel que, soit du blé dépouillé de son enveloppe, soit enfin du blé privé à la fois de son enveloppe et de son germe.

(1) Aimé Girard. Composition chimique et valeur alimentaire des diverses parties du grain de froment. Paris, Gauthier-Villars, 1884.

C'est en étudiant successivement la composition chimique de l'amande, du germe et du son, ainsi que la transformation de ces divers éléments dans le tube digestif que l'auteur s'est rendu compte de l'intérêt qu'il pourrait y avoir à produire un pain pourvu ou privé de germe et de son.

Tandis que les farines les plus pures ne renferment guère plus de 2 p. o/o d'azote, le son en renferme 3 p. o/o et le taux des phosphates s'élève à 4.68 p. o/o.

Comme d'autre part l'enveloppe représente 14.36 du poids du grain de froment, cette question se pose : faut-il priver le pain d'une aussi forte proportion d'azote et de phosphate ?

Mège-Mouriès, qui, par d'habiles procédés de panification, était parvenu à entraver l'action de la céréaline (ferment renfermé dans le son, analogue à la diastase et donnant lieu à la production du pain bis) et à obtenir un pain parfaitement blanc et bien levé, avait admis le son dans les produits de mouture.

« Pour moi, dit Aimé Girard, les tentatives ingénieuses qu'on doit à Mège-Mouriès, comme aussi les procédés dans lesquels on se propose de faire concourir à l'alimentation humaine l'enveloppe des grains de froment sont sans utilité aucune. Des divers téguments, en effet, dont l'enveloppe est formée, aucun n'est digestible pour l'homme, assimilable par conséquent dans une mesure sérieuse. »

Discutant les expériences de Poggiale qui, ayant ajouté du son à la nourriture de deux chiens et d'une poule, avait, dans les excréments de ces animaux, re-

trouvé ce produit dépouillé d'une certaine quantité de principes nutritifs, M. Girard leur adresse une double critique : « D'une part, ces expériences ont porté sur
« du son, c'est-à-dire sur l'enveloppe retenant attaché
« à sa face interne la moitié au moins de son poids
« d'amande farineuse nécessairement assimilable ;
« d'une autre, il est permis de se demander si, entre
« la puissance digestive des animaux, chiens ou poules,
« sur lesquels elles ont lieu et la puissance digestive
« de l'homme, n'existent pas des différences qui, en
« intervenant à ces essais, ont pu en modifier les ré-
« sultats. »

Pour arriver à la solution du problème (à savoir : les substances renfermées dans le son sont-elles assimilables pour l'homme?), l'auteur s'est pris lui-même comme sujet d'expérience; il a fait intervenir en son alimentation une quantité soigneusement pesée d'enveloppes pures de grains de froment, pour ensuite recueillir pendant cinq jours, peser et analyser ces enveloppes rejetées.

Sans entrer ici dans les détails de cette minutieuse expérience, nous rapportons seulement les résultats qu'elle a donnés à l'auteur :

« Tandis que l'assimilation des matières azotées a été pour ainsi dire nulle, 1 o/o tout au plus du poids de l'enveloppe entière, il n'en a pas été de même pour les matières minérales dont les 3/4 ont été solubilisées au cours de la digestion. »

Ce dernier point est important pour nous et bien que l'auteur, considérant surtout la valeur alimentaire du

son au point de vue azote, en conclut : « que l'enveloppe
« du grain de froment n'est digestible pour l'homme
« que dans des proportions insignifiantes ». Il nous
faut retenir ce fait : *la digestibilité des 3/4 des substances
minérales.*

« Au point de vue de l'enrichissement du pain en
« matières minérales, la question demande au contraire
« à être discutée de très près. C'est un résultat remar-
« quable que celui de la dissolution par les agents di-
« gestifs des 3/4 des matières minérales et surtout des
« matières phosphatées que l'enveloppe contient natu-
« rellement.

« Ce fait apporte un argument sérieux, en appa-
« rence du moins, à la doctrine qui, aujourd'hui, sou-
« tenue par un petit nombre de personnes, veut faire
« du grain entier la matière première de la fabrication
« du pain, afin que l'enveloppe vienne, par son inter-
« vention, enrichir le produit de la mouture en ma-
« tières minérales. »

M. Girard rejette le son pour les trois raisons sui-
vantes :

« 1° *Non digestibilité* de l'azote qu'il renferme en
« forte proportion cependant ;

« 2° Présence de la *céréaline* qui, intimement unie
« au son rend le pain *bis* et abaisse son taux mar-
« chand ;

« 3° Faible gain de matières minérales, 4 gr. 1/2
« seulement par kilogr. de blé. »

Après une étude tout aussi consciencieuse du germe

il le rejette de la panification pour les mêmes raisons que l'enveloppe.

La céréaline et une huile spéciale (la blédoline) laxative, très oxydable et nuisible à la conservation, sont les produits qu'il redoute le plus.

Au point de vue de l'assimilation des principes minéraux, toutes les expériences de l'auteur sont concluantes et s'il ne les accepte pas dans les produits de la mouture, c'est pour ne pas introduire dans le pain des éléments étrangers *inévitables* qui le déparent et en compromettent la conservation.

Ces principes minéraux ne doivent pas être perdus ; les dernières lignes du travail que nous résumons le disent fort bien du reste :

« Quant aux enveloppes et aux germes enlevés de ce fait à l'alimentation humaine, ce serait une erreur que de les considérer comme perdus. Ce que l'appareil digestif de l'homme ne sait pas faire, paraît, d'après les recherches des physiologistes modernes, être chose possible pour l'appareil digestif des animaux, et ce que l'homme aura ainsi perdu sous la forme de pain, il pourra le retrouver sous la forme de viande. »

De cette remarquable étude de M. Aimé Girard, nous voulons retenir à l'appui de notre thèse : la richesse du son en phosphate et la proportion de ses sels qui peut entrer en digestion.

« On sait que, dit M. le professeur Proust (1), dans

(1) A. Proust. Traité d'hygiène, chez Masson, Paris, p. 376.

la préparation de la farine de première qualité, le son est presque complètement éliminé. Certains auteurs se sont demandé s'il n'y avait point là sous le rapport nutritif une perte subie. Le son contient en effet, 10 à 15 o/o de matières azotées, 3 à 4 o/o de matières grasses, 5 à 6 o/o de sels minéraux. »

Baud (1) citant les travaux anciens dont parle M. Aimé Girard, avait dit de son côté : « le blé est la substance alimentaire la plus généralement usitée parmi les hommes ; le pain est la forme sous laquelle il est à peu près universellement approprié à l'alimentation. Eh bien ! M. Mège-Mouriès vient de prouver sans conteste que nos prétendus progrès successifs en l'art de la panification, sont en réalité de successives altérations alibiles, non moins qu'économiques, de cet aliment par excellence. La cérébrine accumulée dans les cellules sous-corticales du grain est rejetée avec les sons, et manque ainsi d'autant plus complètement dans la farine que celle-ci est plus épurée par le blutage. »

Ainsi devient-il facile de comprendre pourquoi le pain bis où se trouve la majeure partie de la matière phospholéique du grain, est plus nourrissant et plus sain que le pain blanc d'où elle est exclue. »

Parmentier a dit : « le son fait du poids et non du pain ».

Tout notre travail tend à réfuter cette assertion.

(1) Baud. *Loc. cit.*

Millon donne au son la composition suivante (1) :

Amidon, dextrine, sucre ..	50 »
Sucre de réglisse	1 »
Gluten.....	14.9
Matières grasses.....	3.6
Ligneux.....	9.7
Sels.....	5.7
Eau.....	13.9
	98.8

Son d'un blé tendre à 18 o/o récolté en 1848.

Or la farine moyenne pour pain blanc ne contient que 14.8 de gluten, presque pas de matières grasses, beaucoup moins de sels ; le son sera donc non seulement une substance essentiellement alimentaire, mais plus riche que le blé, plus riche que la farine de première qualité.

Voici ce que l'auteur dit à propos du ligneux contenu dans le blé : « l'enveloppe corticale des grains de blé est formée par du ligneux auquel adhèrent si fortement les autres principes assimilables, qu'aucun moyen mécanique ne saurait les isoler. Le son qu'on rejette dans cette intention entraîne toujours avec lui de la matière amylacée qui blanchit une des faces de la pellicule et qu'on détache par de simples lavages à l'eau froide.

(1) *Millon*. Annales de physique et de chimie, 1849.

Comme le ligneux ne se digère pas, on fait le sacrifice de la substance nutritive qui lui est adhérente, afin d'alléger l'intestin d'une matière inerte,

On prélève ainsi une quantité de son, qui est de 15 à 20, même 25 o/o du poids de la farine brute.

Cette élimination du son, désignée sous le nom de blutage, cause une perte considérable dans les richesses de nos céréales, le son est en effet, comparativement au blé, d'une valeur minime.

Il est devenu impropre à la nourriture de l'homme et ne peut plus servir qu'à celle des bestiaux. Il s'ensuit que plus une farine est blutée plus son prix s'élève; le prix du pain s'accroît d'autant. On conçoit donc que partout où l'on vise à fabriquer le pain économiquement, on s'efforce de réduire le taux du blutage. C'est ainsi que, dans les manutentions militaires, la farine de blé tendre est blutée à 15 pour cent, et celle du blé dur à 5 pour cent. Dans plusieurs localités le pain de qualité inférieure se base également sur un blutage dont le taux est plus ou moins fort. »

Et du mémoire auquel nous faisons allusion ici, M. Millon tire les conclusions suivantes : « Je n'insisterai pas davantage sur ces faits d'analyse, leur conclusion est simple, elle est forcée : *Le son est une substance essentiellement alimentaire*. Si l'on annonçait tout à coup qu'on est parvenu à enrichir la France de plusieurs millions d'hectolitres d'une substance très alimentaire sans aucun frais de culture et sans ôter à d'autres productions un seul pouce du sol; si l'on

déclarait que cette substance contient plus de gluten que le blé, qu'elle est deux fois plus abondante que lui en matières grasses et qu'à part 10 pour cent de ligneux, le reste de ses principes est très assimilable, on croirait assister à quelque rêverie. Cette substance existe cependant ; elle réside dans le blé, d'où on l'expulse à grands frais. On appauvrit le blé dans son azote, dans sa graisse, dans sa fécule, dans ses sels, dans ses principes aromatiques et sapides, pour se débarrasser de quelques millièmes de ligneux.

D'ailleurs est-il conforme aux principes de l'hygiène et de physiologie d'éloigner de l'estomac de l'homme tout ce qui peut y laisser un résidu ? Le bol alimentaire ne doit-il pas cheminer dans toute la longueur du tube intestinal, et porter jusqu'à son extrémité une partie réfractaire ? Si notre régime s'améliore indéfiniment à mesure que nous absorbons d'une manière plus complète les substances ingérées, supprimons le règne végétal, ou bien mettons-nous à vivre de l'extrait des plantes.

Il n'y a probablement pas de légumineux qui contienne aussi peu de ligneux que le blé.

Quant à la blancheur que l'on communique au pain en éloignant le son, c'est une qualité purement idéale, dans laquelle on poursuit, par préjugé, l'essence alimentaire du blé.

C'est, dans le fait, une élimination très avancée de son condiment naturel

En résumé remoudre finement le son et les gruaux et les mélanger à la fleur, ou bien perfectionner nos

moyens de mouture dans une direction précisément opposée à celle qu'on a suivie jusqu'ici, de façon qu'ils donnent du premier coup une farine fine et homogène, tel est le progrès désormais facile à réaliser. On y trouvera immédiatement une conciliation bien précieuse, celle de l'hygiène et de l'économie.

Après avoir terminé la partie chimique de ce travail en ce qui concerne le son, je me suis assuré qu'il ne conduisait pas simplement à des vues spéculatives. En voici la preuve : du blé a été moulu sous mes yeux ; les sons mis à part, ont été remoulus finement, ajoutés à la farine, et le pain, ainsi fabriqué avec le blé tout entier était d'une qualité très remarquable. Il ne présentait pas les inconvénients du pain fabriqué dans quelques localités, en Belgique par exemple, avec de la farine brute non remoulue. Cette expérience répétée plusieurs fois a toujours fourni un produit dont les connaisseurs ont apprécié la supériorité sur le pain fait avec de la farine blutée à 8, 10 et même 15 pour cent.

J'ai recherché également si l'on pouvait espérer de réduire le son à la partie ligneuse du grain, en le reportant plusieurs fois à la meule et en le passant ensuite au blutoir. Du son passé ainsi 4 fois à la meule et au blutoir contenait seulement 2 pour cent de plus en ligneux, 11 pour cent au lieu de 9 ; mais la quantité de gluten s'était élevée en proportion. Il me paraît à peu près impossible d'atteindre jamais, par des moyens mécaniques, à une séparation complète du ligneux et des parties alimentaires de la farine. *

Le son dont nous nous attachons à faire ressortir ici la richesse en acide phosphorique parfaitement assimilable (nous le démontrerons plus loin) est, comme chacun sait, le principal résidu de la meunerie et constitue de 20 à 25 pour cent du poids du grain.

Les pellicules qui composent le son, sont de diverses dimensions : elles sont grosses, moyennes ou petites et leur mélange constitue le son dit *trois cases* ou son ordinaire du commerce du poids de 25 kilogrammes l'hectolitre environ.

C'est le son qui est employé dans la nourriture des animaux domestiques, et auquel on peut attribuer la composition suivante bien que variable suivant les procédés de mouture, les variétés de blé et la nature du sol dont il provient.

Eau.....	12,69 p. o/o
Matières azotées.....	13,00 —
— grasses.....	2,87 —
— amylacées	21,69 —
— sucrées.....	9,61 —
— ligneuses	34,37 —
— minérales.....	5,51 —

Dans son livre sur l'*Utilisation des résidus industriels*, M. Cornevin, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, fait remarquer qu'il faut tenir compte de la présence d'un ferment renfermé dans le son, la *céréaline* qui tend à fluidifier le gluten et l'amidon et abaisse la valeur alimentaire du produit. Il importe aussi de remarquer que l'une des parties constituant le son,

la cuticule, est formée d'un ligneux peu attaquable par les sucs digestifs, que les autres parties sont dans un état de cohésion remarquable qui les empêche de livrer complètement à la digestion les principes qu'elles renferment. On comprend par suite que le son ne forme pas un aliment assimilable en proportion de sa richesse. D'après Poggiale, l'homme n'en digère que 44 pour cent ; les ruminants s'en accommodent mieux et en utilisent jusqu'à 78 pour cent.

Le grand reproche adressé au son par l'éminent professeur de Lyon, est de provoquer parfois des diarrhées assez sérieuses ; il est vrai qu'il indique le correctif tout naturel, un aliment quelconque presque totalement assimilable et par suite constipant, le lait par exemple.

D'autre part, il n'hésite pas à recommander le son dans la ration des truies en gestation et fortement nourries, parce qu'il leur maintient la liberté du ventre.

Il importe de remarquer que l'apport de phosphates du à la seule addition de son à la nourriture des truies est considérable et précieux tant à la fois pour leurs portées, car les exemples les plus frappants de rachitisme se rencontrent précisément dans la race porcine.

On sait que les porcelets de race anglaise notamment sont très sujets au rachitisme, et que pour y remédier dans la mesure du possible, on change les reproducteurs assez fréquemment. « Non seulement, dit

M. Peligot (1), les sels répondent à un besoin incontestable de notre organisme, mais encore ils ne sont pas un obstacle à la panification.

Voici dans quelles proportions on les trouve dans le grain, dans la farine et dans le son pour 1.000 :

Dans le grain entier : 21 de sels contenant 8,93 d'acide phosphorique.

Dans la farine : 5,5 de sels contenant 2 1/3 d'acide phosphorique.

Dans le son : 50 à 60 de phosphates de potassium et magnésium, et de calcium.

Il en résulte qu'en isolant le son de la farine, on retire le principe important de l'alimentation.

Il est vrai que dans la fabrication du pain on ajoute du chlorure de sodium, et que les divers aliments qui entrent dans notre nourriture ordinaire, contiennent tous une certaine quantité de sels. Mais nous ne saurions méconnaître que cette estimation constitue une perte réelle. »

Déjà Payen, qui savait la valeur alimentaire du son, s'était ému des tendances de ses contemporains en faveur d'un produit qui allait à sa réhabilitation.

« Il est à craindre, des hommes éminents parmi les physiologistes et les chimistes qui veulent non ramener à l'usage du pain contenant à peu près la totalité du son que la mouture perfectionnée peut extraire de la farine! Ils se fondent sur ce fait, *vrai d'ailleurs*, que

(1) Peligot. Annales de physiologie et de chimie, 3^e série, t. XXIX, p. 22.

(2) Payen. Des caractères nutritifs.

dans le son se rencontrent les substances utiles, indispensables même à la nourriture de l'homme. Ce sont les phosphates de magnésie, de chaux et autres sels, les matières organiques azotées spéciales, les substances grasses amylacées gommeuses, et de plus un principe actif qui facilite la digestion des substances féculentes.

La question ainsi posée me semble facile à résoudre. Sans doute lorsque l'homme en est réduit à trouver dans le pain sa nourriture exclusive, les substances particulières au son, plus abondantes pour la plupart dans les parties corticales que dans les portions centrales du grain concourent à varier et à rendre plus complète l'alimentation. *Ainsi donc si l'homme était contraint de se nourrir principalement et presque exclusivement du pain, cet aliment devrait contenir le produit total ou brut de la mouture c'est-à-dire la farine et le son ou en d'autres termes le fruit intégral du froment* ; mais tel n'est pas ou ne devrait pas être la situation normale de l'habitant d'un pays civilisé, même parmi les classes laborieuses. Là au contraire le régime alimentaire, pour être fortifiant, agréable et souvent même pour être économique, doit comprendre outre le pain et ses analogues : (pommes de terre, riz, maïs) des produits animaux, de la viande de boucherie et ses congénères (poissons, œufs, fromages). »

En somme tout ceci vient à l'appui de notre thèse en faveur du pain bis. Si nous sortons des rangs de ceux qui s'alimentent avec des produits surazotés et surphosphatés, le bénéfice que peuvent retirer du pain

complet, les indigents et les déshérités de la nature, nous apparaît énorme et qui mieux est indispensable.

Nous devons répondre ici à ceux qui reprochent au son de provoquer des diarrhées sérieuses que cette assertion est tout au moins exagérée quand elles s'applique à celui qui entre dans la composition du pain normal.

Aristote a dit que l'aliment le plus pur n'est pas toujours le meilleur et que la farine n'est jamais plus saine que lorsqu'elle contient une certaine quantité de son.

Quoique le but de ce travail ne soit nullement de recommander l'usage du son au point de vue alimentaire ou thérapeutique, mais uniquement son introduction en mesure limitée dans la panification, nous ne pouvons passer sous silence l'utilité des pains exclusivement fabriqués avec l'enveloppe du blé et nous devons tout au moins signaler leurs propriétés laxatives. Au surplus, comme l'a fort bien dit M. Delagarde (1) :

- Le son seul, dans son état normal n'est vraiment pas panifiable. Aucune cohésion ne s'établit entre ses parties, d'où, presque impossibilité de fermentation utile.

Après la cuisson, le pain, si la chose mérite ce nom, tombe en poussière. Comme goût, ce n'est rien moins que délicieux. et comme alimentation c'est peu digestible. C'est ainsi que fut panifié le son pendant les famines du moyen âge.

Pour panifier le son seul ou en mélange, il faut le

(1) *Delagarde. Le pain moins cher et plus nourrissant. Paris, 1871.*

faire repasser sous les meules et le réduire en farine. On obtient alors des résultats, sous tous les rapports, beaucoup plus satisfaisants. L'existence peut réellement être entretenue avec du pain de farine de son ; mais, lorsqu'on le peut c'est en mélange avec la farine du grain que le son doit être panifié. La valeur nutritive du pain n'en est pas altérée.

Si une très forte partie du son, absorbé dans son état normal, n'est pas assimilable, il en est tout autrement du son réduit en farine ayant subi la fermentation paninaire et la cuisson, principalement lorsque la farine de son est mêlée avec les autres parties du grain, 15 à 20 p. o/o du son échappent seulement à la digestion.

Répétons ici qu'au point de vue hygiénique, aussi bien qu'au point de vue économique, toutes ou presque toutes les parties du grain devraient toujours être panifiées.

A côté des expériences de laboratoire si souvent renouvelées, il faut citer les faits journaliers que nous observons autour de nous.

Dans une étude de pathologie comparée sur le rachitisme chez l'homme et chez les animaux, M. Azoulay (1) incrimine l'alimentation vicieuse :

En un certain passage, il reproche au son de produire le rachitisme ; mais son assertion qui est incontestablement vraie, ne porte nulle atteinte à la valeur de cet aliment.

(1) Azoulay. Médecine moderne, 1893. p. 158.

« On a décrit dit-il, chez le poulain une maladie qui ressemble étrangement au rachitisme et qui relève d'une alimentation au son trop uniforme et exclusive.

Elle frappe un grand nombre des chevaux de meuniers, en Suisse et en Allemagne. »

A notre avis, ceci n'a rien qui doive surprendre si l'on se rappelle l'origine si souvent gastro-intestinale du rachitisme. La richesse d'un aliment en acide phosphorique ne saurait entrer en ligne de compte quand cet acide n'est pas assimilé, ou, pour le cas présent, quand il est accompagné d'une masse indigeste de cellulose non désagrégée par la mouture. Les effets laxatifs du son donné en trop grande quantité font que le tube digestif est balayé bien avant qu'aucun travail de dissolution ne soit commencé et l'on comprend sans peine que de jeunes animaux dont la ration n'est pas en rapport avec le coefficient physique et chimique des forces digestives dont ils disposent, dépérissent très rapidement par défaut de nutrition.

C'est ce que M. Azoulay résume ainsi : « Toute nourriture donnée à un jeune animal en quantité et en qualité suffisantes et non appropriées est cause de rachitisme. »

Nous répétons encore ici qu'on ne saurait trop regretter l'application de l'industrie à dépouiller le pain de la presque totalité de l'acide phosphorique qu'il devrait normalement contenir et l'indifférence des hygiénistes.

CHAPITRE XIII



Utilité du germe de blé dans le pain.

« Pour les classes laborieuses, la nourriture représente les deux tiers au moins de la dépense du ménage et la cherté des vivres est aujourd'hui l'objet d'une préoccupation sérieuse dans tous les rangs de la Société. »

Jules ROCHARD (*Les ressources alimentaires de la France*).

Les procédés de mouture en se perfectionnant ont petit à petit dépouillé la farine des éléments les plus nourrissants. Les germes de blé, que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de *gruau rouge*, passaient autrefois dans la farine. Ils contribuaient bien par la céréaline, ferment diastasique qu'ils renferment et découvert par Mège-Mouriès, à donner au pain une apparence plus ou moins bise, mais ils l'enrichissaient en même temps d'une appréciable façon.

Nous pensons, bien entendu, que le germe comme le son doit être rejeté de la fabrication des pains de luxe destinés aux gens de villes, qui tiennent avant

tout à la blancheur, sans se préoccuper de la richesse en éléments nutritifs.

Le son, nous le savons déjà, sera utilisé par les animaux et transformé en viande. Le germe est trop riche pour avoir la même destination et voilà pourquoi, depuis l'instant où l'on put trouver un procédé de mouture propre à le séparer du son et de la farine, on cherche à l'utiliser directement pour la consommation.

Dans une communication faite à l'Académie de Médecine, dans la séance du 19 février 1889, M. le docteur Dujardin-Beaumetz présentait un aliment nouveau, la *Fromentine*, préparé avec des embryons de blé simplement desséchés, privés de leurs matières grasses (la blédoline ou huile de blé), et pulvérisés.

Voilà quelle est la composition du germe normal d'une part et de l'autre du même produit deshydraté et dégraissé :

	Embryons normaux	Embryons préparés (fromentine)
Eau	11.55	"
Huile	12.50	"
Cellulose	9.61	12.63
Substances teriaires glycogènes	22.15	29.08
Substances albuminoïdes	39.07	51.31
Substances minérales	5.30	6.98
	100.18	100.00

Cette farine dite fromentine est donc un produit de haute valeur alimentaire.

Aucune poudre de légumineuse, aucun lait desséché, aucune farine lactée ne peut lutter avec elle.

C'est en quelque sorte un aliment-remède que l'on peut justement donner aux enfants malingres, aux blessés et aux convalescents sous forme de biscuits ou de bouillie, et comme elle est de conservation indéfinie, elle peut figurer dans les approvisionnements.

Parfois si nous admettons, louons même, la méthode qui consiste à utiliser, de si profitable façon, les germes de blé retirés des seules farines destinées à la fabrication des *pains blancs*, nous verrions dans la généralisation de ce procédé une tendance regrettable, car elle priverait le pain, nourriture exclusive de la plus grande masse des individus, de l'élément précieux dont ce travail recommande l'économie : l'acide phosphorique.

M. Balland, qui n'est pas partisan de l'adjonction du son au pain, d'une façon générale, émet à l'endroit du germe un avis plus favorable.

« En admettant comme M. Aimé Girard, dit-il, que le germe représente 1,43 0/0 du poids du grain, et qu'il contienne 42,5 0/0 de matières azotées, la ration journalière du soldat se trouverait augmentée par l'apport seul de l'embryon d'environ 2 grammes de matières azotées, 0,7 de matières grasses et 0,3 de matières salines. Ce dernier chiffre qui correspond à 9 grammes par mois, est particulièrement éloquent, si l'on songe que ces matières salines sont presque entièrement constituées par des phosphates très assimilables.

Les matières grasses, il est vrai, sont altérables, mais moins rapidement qu'on ne le suppose. Ce ne sont pas elles qui favorisent le plus le développement des germes contenus dans les farines, la principale cause de l'altération vient de la pratique du mouillage.

L'élimination de l'embryon aurait pour effet non seulement de priver les farines d'une grande partie de leurs phosphates, mais encore de leur enlever la souplesse et l'arôme apportés par les matières grasses. »

Cette objection faite aux matières grasses de s'opposer à la panification n'est pas sérieuse, car nous dirons avec Barral que (1) : « l'addition dans les pâtisseries de corps gras, en quantité bien plus considérable que le son n'en contient, montre clairement que les graisses ne sont pas des obstacles insurmontables à une bonne panification. »

M. Mège-Mouriès (1), a lui aussi fortement défendu l'embryon du blé. Frappé de sa grande teneur en éléments phosphorés, il en a chaudement recommandé l'utilisation directe. Faisant quelque part remarquer que les cellules qui l'entourent, de même que celles qui entrent dans sa composition, sont non seulement gorgées de corps gras, mais abondamment pourvues de soufre et de phosphore, il insiste et ajoute. « Les corps gras de l'embryon sont composés, comme ceux du germe

(1) Barral. Le blé et le pain. Paris, 1863, p. 536.

(1) Mège-Mouriès. Du froment et du pain de froment. Paris, 1860, loc. cit.

de l'œuf, comme ceux du cerveau et du système nerveux des animaux.

Il importe de nous arrêter un instant sur ce fait, d'abord parce qu'il prouve que les végétaux sont chargés d'organiser les éléments phosphorés comme les aliments azotés, comme les aliments ternaires; ensuite parce qu'il nous indique combien il importe de faire entrer dans le pain l'embryon et ses dépendances d'une façon d'autant plus complète qu'une grande partie de ces corps phosphorés se décomposent pendant la cuisson. »

Terminons ce chapitre en nous appuyant sur l'autorité de Payen. Celui-ci fut le premier qui fit remarquer la grande teneur, en phosphate de chaux, des enveloppes et du germe de blé. « Observation importante à deux points de vue, dit-il (1); d'abord, elle nous apprend que cet aliment minéral, nécessaire à la vie des animaux, est rejeté du pain ordinaire. — ensuite elle apporte une nouvelle preuve que le phosphate de chaux se trouve et doit se trouver partout où il y a des membranes susceptibles d'exercer des fonctions vitales chez les animaux comme chez les végétaux.

Le phosphate de chaux n'est pas en effet une matière plastique propre à former les os, car les os des enfants sont plus solides que ceux des vieillards qui en contiennent 3 fois plus; car la quantité de phosphate de chaux nécessaire à la constitution des animaux est en

(1) *Payen*. Cité par Mège et Moutiez. Du pain et du froment, Paris, 1860.

raison inverse du poids de leurs os, car enfin les végétaux, quoique n'ayant pas d'os, ont besoin de phosphate de chaux ; c'est que ce sel est le stimulant naturel des membranes vivantes et que le tissu osseux n'est qu'un dépôt de phosphate de chaux analogue au tissu adipeux, dont la graisse se résorbe dans les cas où l'alimentation venue de l'extérieur devient insuffisante. »

On peut dire qu'il n'est pas indifférent de rejeter du pain cette menace embryonnaire où se trouvent les agents de la digestion, les corps phosphorés et le phosphate de chaux.





CHAPITRE XIV

Recherches sur la digestibilité du son.

Nous avons avancé plus haut que le son, ou mieux les matières minérales qu'il renferme, sont assimilables pour une large part. Les recherches que nous avons faites à ce sujet et les tableaux que nous avons dressés le prouveront dans un instant,

Mais il nous faut tout d'abord rapporter ici l'analyse de quatre échantillons de *son* provenant de la boulangerie des hôpitaux de Paris et sur lesquels ont porté nos recherches.

Ils renferment en moyenne 2.855 o/o d'acide phosphorique, chiffre qui peut être, d'après les nombreuses analyses qui ont été faites, considéré comme normal.

	Cendres	Ca O %	Ph O ⁵	Mg O
SON n° 1. . .	5.122	0.335	2.405	0.578
SON n° 2. . .	6.175	0.270	2.850	0.851
SON n° 3. . .	6.000	0.450	3.130	1.000
SON n° 4. . .	»	0.335	2.946	0.595

En ce qui concerne l'élimination des éléments particulièrement riches en substances minérales, M. Balland est d'avis que : « si l'on peut admettre cette élimination pour certaines farines destinées au pain de luxe on ne peut la conseiller d'une façon générale.

« Aujourd'hui, dit-il, on a beaucoup trop de tendance à tout sacrifier à la blancheur ; de là le mouillage exagéré du blé avant de le livrer à la mouture, de là l'entraînement vers les cylindres qui donnent des farines extrêmement blanches, mais incontestablement moins complètes que les meules. Pour les farines destinées au pain ordinaire il y aurait lieu de réagir contre cette tendance extrême. »

La purification des farines est au point de vue de l'alimentation une opération regrettable, en ce sens qu'elle appauvrit le pain d'une très forte proportion de principes phosphatés parfaitement assimilables comme en témoigne cette expérience :

20 grammes de son ont été mis à digérer dans 168 grammes de suc gastrique pendant 6 heures à la température de 38°. Au bout de ce temps la partie liquide a été séparée par filtration. Le son a été lavé à l'eau froide en petite quantité (50^{cc}). Le liquide filtré réuni à l'eau de lavage a été évaporé à siccité et

incinéré, mais comme les contenus dans le suc gastrique se trouvaient confondus avec ceux qui provenaient de l'épuisement du son, on n'a jamais analysé les cendres provenant de cette opération, 20 grammes de son laissaient 1 gr. 0245 de cendres. Le produit de l'épuisement de 20 grammes de son par le suc gastrique laissait 2 gr. 0362.

On a desséché et incinéré le son épuisé par le suc gastrique et on a comparé les résultats donnés par l'analyse de ces cendres à ceux que donnait l'analyse de 20 grammes du même son avant l'épuisement.

	SON employé	SON ÉPUISÉ par le suc gastrique
Cendres solubles dans HCl.	5 g. 122	0 g. 597
Ca O	0 335	0 235
Mg O	0 578	0 034
Ph O ⁵	2 456	0 271
Ph O ⁵ de Fe ² O ³ Ph O ⁵	0 039	0 025
Ph O ⁵ TOTAL	2 495	0 290

Nous avons fait avec l'acide chlorhydrique et l'acide lactique une série de recherches pour étudier leur action sur le son et toujours nous avons vu la plus grande partie des principes minéraux qu'il renferme entrer en dissolution au contact de ces acides. Il est facile de se rendre compte de ce fait en examinant les tableaux suivants :

Action des acides à 1/1000 sur le son.

On a exposé pendant 6 heures à 40°, 5 grammes de son traités par 50^{cc} d'acide chlorhydrique à 1/1000 et 50^{cc} d'acide lactique à 1/1000. On a filtré, évaporé et incinéré les liqueurs et on a trouvé :

	Dans la liqueur chlorhydr. que	Dans la liqueur lactique
CHAUX dissoute. (Sur 0 g. 500 de chaux, total contenu dans les 5 grammes de son).	0g.360	0g.300
ACIDE PHOSPHORIQUE dissous (Sur 3 g. 100 d'acide phosphorique con- tenu dans les 5 grammes de son.)	2 686	2 680
MAGNÉSIE DISSOUE (Sur 1 g. 056 de magnésie total con- tenue dans les 5 grammes de son.)	0 750	0 750

Analyse du son.

On met 2 grammes de son à macérer dans 200^{cc} d'une solution à 1/1000 de HCl. Cette solution est à la température de 38°. Après agitation on met le tout à l'étuve à 38° pendant 6 heures puis on jette sur un filtre et on lave. La partie liquide réunie aux eaux de lavage est évaporée à siccité et incinérée.

On répète la même opération en se servant cette fois d'une solution de 1/1000 de C³, H⁶, O³ (acide lactique).

	son	PRINCIPES en dissolution dans		son épuisé par	
		Hcl.	C ³ H ⁶ O ³	Hcl.	C ³ H ⁶ O ³
Ph O ⁵ de Fe O ³ Ph O ⁵ . . .	0g.020	Traces	Traces	0g.021	0 018
Ca O	0 335	0 223	0 102	0 110	0 170
Mg O	0 500	0 302	0 203	0 257	0 241
Ph O ⁵ moins Fe O ³ Ph O ⁵ . . .	2 920	2 201	2 177	0 704	0 720
Ph O ⁵ Total . . .	2 010				

Ph O⁵ moins Fe O³ Ph O⁵ dosé à l'état de pyrophosphate : 2 gr. 923.

Ces résultats sont calculés par 100 parties de son.





CONCLUSIONS

De ce travail, dont le cadre est si grand, et que nous n'avons pas traité ici avec tous les développements qu'il mérite, nous réservant de le poursuivre comme nous l'avons dit dans notre avant-propos, nous voulons conclure :

— L'acide phosphorique est un des éléments indispensables de la vie.

— Combiné à la matière minérale, il constitue les phosphates plus ou moins assimilables par les plantes et par les animaux. Ce sont eux que l'agriculture utilise aujourd'hui sur une très vaste échelle à son plus grand profit.

— Combinés aux plantes d'une part et aux tissus animaux d'autre part, ils sont pour l'homme les aliments minéraux excitants et nutritifs par excellence.

— Ils préviennent, quand ils sont administrés avec opportunité, certaines maladies par ralentissement ou

la nutrition telles que le rachitisme et les états pathologiques voisins.

— Enfin, et c'est là le point important, ils sont susceptibles de guérir ces mêmes maladies, une fois installées, à la condition cependant que l'organisme ne soit pas trop profondément atteint,

Les phosphates que la thérapeutique administre journellement sont très infidèles sous le rapport de l'assimilation, alors que ceux renfermés dans les aliments sont presque toujours utilisés.

Or, l'aliment qui peut fournir à l'organisme le plus grand appoint d'acide phosphorique est *le pain*, nous voulons dire *le pain normal*, c'est-à-dire fabriqué avec la boulange telle qu'elle se présente au sortir des appareils de mouture, car *c'est le seul qui soit riche en acide phosphorique*.

Cet acide phosphorique étant assimilable dans de grandes proportions, comme le prouvent les travaux des auteurs et nos propres expériences, nous disons :

1° Pour la plus grande masse des individus, celle qui fait du pain sa nourriture exclusive ou presque exclusive, c'est une erreur que de croire à la supériorité du pain blanc sur le pain bis ;

2° Le pain blanc, aliment très incomplet, doit être exclusivement et à bon droit recherché par les classes aisées qui peuvent corriger sa pauvreté relative en sels, par l'ingestion de substances très riches.

Le pain bis, désigné dans le commerce sous le nom de pain de deuxième qualité, est celui dont il faut nourrir les

enfants; ceux du premier âge qui, au moment du sevrage, trouvent dans le lait une nourriture insuffisante, ou bien sont exposés aux entérites par l'ingestion d'aliments indigestes, et aussi ceux qui, plus âgés, dans le cours d'études fatigantes pour le corps et pour l'esprit, sont exposés à devenir étiolés et rachitiques. Il convient également aux gens surmenés ou malades, ceux dont le cerveau ou les muscles travaillent, aux femmes enceintes, aux ostéomalaciques, aux rachitiques et à tous ceux enfin chez lesquels tend à s'établir ou s'est établie déjà la dénutrition minérale.





INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- Azoulay*. — Le rachitisme chez l'homme et chez les animaux (Médecine moderne, 1893, page 158.)
- Barlemond*. — Essais sur certaines modifications de la nutrition pendant la grossesse. Paris, 1870.
- Barral*. — Le blé et le pain. Paris, 1863, page 336.
- V. Baud*. — Emploi thérapeutique des corps gras phosphatés. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. T. XIVII. Séance du 3 mai 1858.
- Beaunis*. — Nouveaux éléments de physiologie humaine, etc., t. I, page 75, 1881.
- R. Blondel*. — Le pain dans le chimisme stomacal. In Bulletin médical, 1892.
- Ch. Bouchard*. — Maladies par ralentissement de nutrition. Paris, 1882.
- Calloud*. — Des phosphates. Thèse de pharmacie. Paris, 1874.
- A. Charpentier*. — Traité pratique des accouchements, 1890, t. II, page 52.
- Chicandard*. — La fermentation panaire. Moniteur, Quesneville, octobre 1843.

P. Desally. — Du rôle de l'acide phosphorique dans la végétation. Paris, chez Bouer, 1885.

Delagarde. — Le pain moins cher et plus nourrissant. Paris, 1871.

L.-O. Dusart. — Observation critique sur certains points de l'histoire de phosphates de chaux. Tribune médicale, 1874, page 608.

— De l' inanition minérale dans les maladies, 1874.

Eisembart. — De l'ostéomalacie. Deut. arch. f. klin. med., vol. 49, n° 2 et 3.

V. Galippe. — Rapport sur le fonctionnement d'une des annexes du service médical de l'École Monge. Paris, G. Masson, 1883.

A. Girard. — Composition chimique et valeur alimentaire des diverses parties du grain de froment. Paris, Gauthier-Villars, 1884.

Laveran et J. Teissier. — Nouveaux éléments de pathologie médicale, 1889.

Magendie. — Précis élémentaire de physiologie, T. II, p. 514, 4^e édition.

Mairel. — Recherches sur l'élimination de l'acide phosphorique. Paris, Masson, 1884, p. 25.

Mège-Mouriès. — Du froment et du pain de froment. Paris, 1869.

Millon. — Annales de physique et de chimie, 1849.

F. Papillon. — Académie des sciences, 1872.

Paquelin et Jolly. — Etude de biologie. Paris, A. Delahaye, 1875.

Payen. — De l'alimentation publique.

Péligot. — Annales de physique et de chimie, 3^{me} série, t. XXIX, page 33.

J. Plateau. — De la préparation au sevrage. *Annales de polyclinique de Paris*, 1891, page 210.

A. Proust. — *Traité d'hygiène*. Paris, Masson, page 376.

Sanson. — *Annales de médecine vétérinaire*. 30 juin 1882, page 630.

Violet. — *Du pain*. Paris, 1876.





TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
AVANT-PROPOS	5
CHAPITRE I. — Etude chimique des phosphates.....	8
CHAPITRE II. — Emploi agricole des phosphates.....	12
CHAPITRE III. — Les phosphates sont nécessaires à la nourriture des plantes.....	15
CHAPITRE IV. — Nécessité des phosphates dans la ra- tion des animaux.....	18
CHAPITRE V. — Étude biologique des phosphates (irri- tants et nutritifs).....	22
CHAPITRE VI. — Répartition des phosphates dans l'or- ganisme	27
CHAPITRE VII. — Evolution des phosphates dans l'éco- nomie des femmes enceintes.....	32
CHAPITRE VIII. — Désassimilation des phosphates (ostéo- malacie, phosphaturie, rachitisme)	38

CHAPITRE IX. — Allaitement, Sevrage et rachitisme...	46
CHAPITRE X. — Valeur alimentaire du <i>pain bis</i> comparé au <i>pain blanc</i>	49
CHAPITRE XI. — Analyses de <i>blés</i> et de <i>pains</i> de diverses provenances.	56
CHAPITRE XII. — Utilité du <i>son</i> dans le pain (apport de phosphates)	61
CHAPITRE XIII. — Utilité du <i>germe de blé</i> dans le pain (apport de phosphates).....	78
CHAPITRE XIV. — Recherches sur la <i>digestibilité du son</i> .	84
CONCLUSIONS	89

Vu : par le Doyen.

BROUARDEL.

Vu : par le Président,

CORNIL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD.

